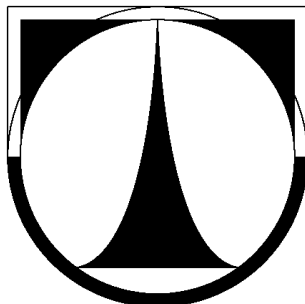


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Katedra textilních a jednoúčelových strojů**



**MOTOROVÁ ZDVIŽNÁ PLOŠINA SE ŠIKMOU DRAHOU**

**MOTOR LIFTING PLATFORM WITH OBLIQUE TRAIL**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

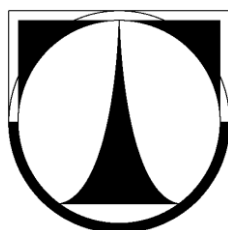
**Ondřej Hejn**

**Květen 2010**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Katedra textilních a jednoúčelových strojů**



**Program :** B 2341 Strojírenství  
**Obor :** 2302 R022 Stroje a zařízení  
**Zaměření :** Stavba strojů

**MOTOROVÁ ZDVIŽNÁ PLOŠINA SE ŠIKMOU DRAHOU**

**MOTOR LIFTING PLATFORM WITH OBLIQUE TRAIL**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Ondřej Hejn**

Vedoucí bakalářské práce : **Ing. Josef Kaniok, Ph.D.**  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Kopal, Csc.**

Počet stran : 44  
Počet obrázků : 36  
Počet příloh : 7  
Počet výkresů : 31

**Květen 2010**

**Místo pro vložení originálního zadání**



## **P r o h l á š e n í**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. O právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne .....

Podpis



**Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Josefu Kaniokovi za konzultace, odborné vedení a za čas, který mi věnoval. Také bych rád poděkoval konzultantovi bakalářské práce Ing. Jaroslavu Kopalovi za rady a připomínky, které mi poskytl.

## **Motorová zdvižná plošina se šikmou drahou**

### **Anotace:**

V této bakalářské práci je řešen problém s přepravou nákladu pomocí motorové zdvižné plošiny se šikmou drahou. Tvar konstrukce vychází z klasických schodišťových plošin. Maximální nosnost plošiny je 150 kg, zdvih je 3 m. Plošina je konstruována pouze pro přepravu nákladu, nikoli osob. Práce též obsahuje porovnání některých plošin dostupných na našem trhu, zejména rozdíly v jejich konstrukci.

Klíčová slova: zdvižná plošina, lineární vedení, přeprava nákladu

## **Motor lifting platform with oblique trail**

### **Annotation:**

In this bachelor thesis there are solved problems with transportation of load by oblique trail lifting platform. Shape of construction was inspired by classical staircase platforms. Maximum platform load is to 150kg and lifting up to 3 meters. This platform was constructed only for load transport, not for people. In this thesis, there you can also find comparison of platforms available on the market, with emphasis on construction differences especially.

Key words: lifting platform, linear line, load transport



## **OBSAH**

<b>TABULKA POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....</b>	<b>- 8 -</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>I - TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>1 REŠERŠE PLOŠIN .....</b>	<b>- 13 -</b>
1.1 PLOŠINY POJÍZDNÉ.....	- 13 -
1.1.1 Samohybné nůžkové plošiny .....	- 13 -
1.1.2 Kloubové samohybné plošiny.....	- 14 -
1.1.3 Teleskopické samohybné plošiny .....	- 14 -
1.1.4 Přivěsné plošiny .....	- 14 -
1.1.5 Speciální plošiny .....	- 15 -
1.1.6 Sloupové plošiny.....	- 15 -
1.2 PLOŠINY NEPOJÍZDNÉ .....	- 16 -
1.2.2 Plošiny pro tělesně postižené .....	- 16 -
1.2.3 Závěsné plošiny .....	- 19 -
<b>2 VÝBĚR Z NORMY ČSN EN 9386</b>	
<b>- VŠEOBECNÉ POŽADAVKY NA ZDVIHACÍ PLOŠINY.....</b>	<b>- 19 -</b>
2.1 OBECNÁ KONSTRUKCE .....	- 19 -
2.2 ÚDRŽBA, OPRAVY A INSPEKCE .....	- 19 -
2.3 POŽÁRNÍ ODOLNOST.....	- 19 -
2.4 JMENOVITÁ RYCHLOST.....	- 20 -
2.5 OBECNÝ SOUČINTEL BEZPEČNOSTI.....	- 20 -
2.6 ODOLNOST PROTI PROVOZNÍM SILÁM.....	- 20 -
2.7 OCHRANA ZAŘÍZENÍ PROTI ŠKODLIVÝM VNĚJŠÍM VLIVŮM.....	- 20 -
2.7.1 Ochrana.....	- 20 -
2.7.2 Kryty .....	- 21 -
2.8 VODÍTKA.....	- 21 -
2.9 ZAJIŠŤOVÁNÍ DVEŘÍ .....	- 21 -
2.10 PROVEDENÍ PLOŠINY .....	- 21 -



<b>3 ROZBOR ZADÁNÍ .....</b>	<b>- 23 -</b>
<b>4.NÁVRH KONSTRUKČNÍCH VARIANT .....</b>	<b>- 24 -</b>
4.1 VARIANTA Č.1 .....	- 24 -
4.2 VARIANTA Č.2.....	- 25 -
4.3 VÝBĚR VARIANTY .....	- 26 -
<b>5 ZABEZPEČENÍ PLOŠINY .....</b>	<b>- 27 -</b>
5.1 PŘEJETÍ KONCOVÉ POLOHY.....	- 27 -
5.2 ZABEZPEČENÍ DVEŘÍ.....	- 27 -
5.3 KONTROLA ZAVŘENÍ DVEŘÍ .....	- 27 -
5.4 ZABEZPEČENÍ PROTI PÁDU PLOŠINY .....	- 27 -
5.5 KONTROLA KOLIZE S PŘEKLADEM .....	- 27 -
<b>6 VÝPOČTY.....</b>	<b>- 28 -</b>
6.1 VÝPOČET ČEPU SKLOPNÉ PLOŠINY .....	- 28 -
6.2 KONTROLA PLOŠINY NA OHYB .....	- 29 -
6.3 KONTROLA JÄKLŮ NA OTLAČENÍ.....	- 29 -
6.4 KONTROLA VOZÍKŮ .....	- 30 -
6.4.1 Kontrola únosnosti vozíků v axiálním směru .....	- 30 -
6.4.2 Kontrola únosnosti vozíků v axiálním směru při přetržení lana.....	- 31 -
6.4.3 Kontrola zatížení vozíků v radiálním směru.....	- 32 -
6.5 KONTROLA BEZPEČNOSTNÍHO KOLÍKU NA STŘIH.....	- 33 -
6.6 KONTROLA SVARŮ ULOŽENÍ ČEPŮ METODOU MKP.....	- 33 -
6.7 KONTROLA BEZPEČNOSTNÍ ZARÁŽKY METODOU MKP .....	- 35 -
6.8 KONTROLA SVARŮ KONZOLY .....	- 36 -
6.9 KONTROLA KONZOLY METODOU MKP .....	- 41 -
<b>7 ZÁVĚR .....</b>	<b>- 42 -</b>
<b>8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>- 43 -</b>
<b>9 SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>- 43 -</b>
<b>10 SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>- 44 -</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>-45-</b>



**Tabulka použitých symbolů**

<b>Symbol</b>	<b>Popis</b>	<b>Jednotky</b>
$a_{c1}$	vzdálenost mezi 1. a 2. ramenem konzoly	mm
$a_{c2}$	vzdálenost mezi 2. a 3. ramenem konzoly	mm
$a_1$	vzdálenost mezi 1. ramenem konzoly a středem 1. podpory	mm
$a_2$	vzdálenost mezi 2. ramenem konzoly a středem 1. podpory	mm
$a_3$	vzdálenost mezi 2. ramenem konzoly a středem 2. podpory	mm
$a_4$	vzdálenost mezi 3. ramenem konzoly a středem 2. podpory	mm
$C_{0ax}$	axiální únosnost vozíku	N
$C_{0rad}$	radiální únosnost vozíku	N
$d_{\check{c}p}$	průměr čepu plošiny	mm
$d$	průměr bezpečnostního kolíku	mm
$F_{1p}$	síla působící na sklopnou plošinu	N
$F$	reakční síla na sklopnou plošinu	N
$F_{RA}$	síla na čep	N
$F_{celk}$	síla způsobená hmotností plošiny a silou $F_{1p}$	N
$F_{celk-y}$	y-ová složka $F_{celk}$	N
$F_{celk-x}$	x-ová složka $F_{celk}$	N
$F_{RCa}$	síla působící na 1.vozík v axiálním směru	N
$F_{RBa}$	síla působící na 2.vozík v axiálním směru	N
$F_{0rad}$	síla působící na 1.vozík v radiálním směru	N
$F_{1rad}$	síla působící na 2.vozík v radiálním směru	N
$F_{1p}$	reakční síla v 1. podpoře	N
$F_{2p}$	reakční síla v 2. podpoře	N
$F_{1A}$	reakční síla na 1. podporu	N
$F_{1B}$	reakční síla na 1. podporu	N
$F_{2A}$	reakční síla na 2. podporu	N
$F_{2B}$	reakční síla na 2. podporu	N
$F_A$	síla v 1. rameni	N
$F_{Ax}$	x-ová složka síly $R_A$	N
$F_t$	tahová síla v laně navijáku	N
$F_n$	síla způsobená hmotností navijáku	N



Symbol	Popis	Jednotky
$F_x$	x-ová složka síly $F_A$	N
$F_y$	y-ová složka síly $F_A$	N
$g$	gravitační zrychlení	$m \cdot s^{-2}$
$i$	počet čepů	ks
$l_1$	vzdálenost působíště síly $F$	mm
$l_2$	vzdálenost působíště síly $F_1$	mm
$l_3$	vzdálenost působíště síly $F_{celk}$ od bodu 0	mm
$l_4$	vzdálenost působíště síly $F_t$ od bodu 0	mm
$ls1$	délka svaru 1	mm
$ls2$	délka svaru 2	mm
$ls3$	délka svaru 3	mm
$ls4$	délka svaru 4	mm
$ls5$	délka svaru 5	mm
$l_{v1}$	vzdálenost vozíků CSW43	mm
$l_{v2}$	vzdálenost vozíků UEX45	mm
$m_{MAX}$	nosnost plošiny	kg
$m_{sk}$	hmotnost sklopné plošiny	kg
$m_{\check{c}}$	hmotnost člověka	kg
$m_p$	celková hmotnost plošiny	kg
$m_n$	hmotnost navijáku	kg
$M_0$	podporový moment	$N \cdot mm$
$M_1$	podporový moment	$N \cdot mm$
$M_3$	podporový moment	$N \cdot mm$
$n$	počet nosných jablek	ks
$p_D$	dovolený tlak	MPa
$R_C$	síla na rameno 1	N
$R_B$	síla na rameno 2	N
$R_A$	síla na rameno 3	N
$R_x$	x-ová složka síly $R_A$ působící na svar B	N
$R_y$	y-ová složka síly $R_A$ působící na svar B	N
$S$	obsah střižné části čepu	$mm^2$
$S_{s1}$	plocha svaru A	$mm^2$



Symbol	Popis	Jednotky
$S_{s2}$	plocha svaru B	$\text{mm}^2$
$t$	tloušťka stěny jáklu	mm
$W_{ox}$	kvadratický modul průřezu	$\text{mm}^3$
$Z_{ba}$	zatěžovací člen třímomentové rovnice	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$Z_{bc}$	zatěžovací člen třímomentové rovnice	$\text{N} \cdot \text{mm}$
$\alpha$	úhel odklonu ramena od horizontály	°
$\beta$	úhel odklonu ramena od svislice	°
$\sigma_{Dt}$	dovolené napětí v tahu	MPa
$\sigma_t$	napětí v tahu	MPa
$\sigma_o$	napětí v ohybu	MPa
$\sigma_{Do}$	dovolené napětí v ohybu	MPa
$\tau_{Ds}$	dovolené napětí ve smyku	MPa
$\tau_s$	napětí ve smyku	MPa

## Úvod

Jak je učeno už na základní škole, člověk se od doby, kdy se poprvé postavil na dvě nohy, snaží vymyslet, jak si ulehčit svoji práci. Dle literatury [1, str.11] univerzitní klinika v Bochumu zjistila podle intenzity bazálního metabolismu člověka, že chůze do schodů je dvaapůlkrát namáhavější než rychlá jízda na kole po rovině a pomalá chůze do schodů s těžším břemenem je srovnatelná jen se špičkovým sportovním výkonem. Proto také používáme jednoduché stroje, nakloněnou rovinu, páku a podobně k ulehčení práce. Ovšem ne vždy byly jednoduché stroje dostatečně nápomocné například při zvedání nákladů do větších výšek a proto si člověk vytvořil plošinu.

Plošiny a výtahy jsou používány již odnepaměti. Jeden z prvních výtahů byl zkonstruován roku 236 př.n.l. a to známým učencem Archimédem. Použil kabínu připevněnou na konopném lanu, která se zvedala pomocí ručního vrátku.

Nebo například římský císař Nero měl výtah dokonce s bezpečnostním zařízením, nafukovacím koženým vakem, který měl zmírnit následky případného pádu [13]. Při historických vykopávkách v římském cirku byly archeology odkryty různé šachty a výklenky. Z jejich konstrukce a zbytků dřevěných trámů by se též mohlo jednat o výtahové šachty. Ve středověku byly výtahy a důlní plošiny poháněny lidskou a zvířecí silou, případně silou vody, která dopadala na lopatky kola. V dnešní době se už technika dostala mnohem dále a jak jsou plošiny konstruovány dnes bude popsáno níže.

Cílem této práce je vypracovat rešerši zdvižných plošin a především navrhnout, zkonstruovat a provést kontrolní výpočet motorové zdvižné plošiny se šikmou drahou (s nosností do 150 kg). Zdvižná plošina je určena pro přepravu věcí, zejména čistícího zařízení na podlahy, mezi přízemím a prvním poschodím objektu. Plošina bude vykonávat pohyb v části schodiště, které je volně používáno obyvateli objektu k přesunu mezi patry, na což musí být brán zřetel.



## **I - TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 Rešerše plošin

### 1.1 Plošiny pojízdné [12]

Do pojízdných plošin můžeme zahrnout plošiny kloubové, nůžkové, teleskopické, přívěsné, nástavby, sloupové a speciální. Plošiny mívají pohon buď elektrický, dieselový nebo benzínový. Zdvih bývá uskutečňován ve většině případů pomocí hydraulického systému.

Elektrické plošiny jsou vhodné zejména pro práce na pevných a nosných základech. Příkladem mohou být vydlážděné nebo vyasfaltované plochy či vnitřky objektů. Bývají konstruovány pro maximální sklon nosné plochy do  $3^\circ$ . Zařízení může pojíždět i s košem v maximální pracovní výšce. Při pohybu je signalizováno překročení bezpečného náklonu. Součástí plošin jsou vestavěné nabíječky. Při plném nabití baterií lze se stroji pracovat i 10 hodin.

Plošiny dieselové a benzínové jsou vhodné pro práci na zpevněném i nezpevněném podkladu. Pro tyto situace bývají vybaveny pohonem 4x4 a výkyvnými nápravami. Pro práci v terénu jsou vybaveny hydraulickými podpěrami. I u těchto plošin je možno pojíždět s košem v maximální pracovní výši až do sklonu plochy  $5^\circ$ . Zařízení má opět signalizaci překročení bezpečného náklonu.

#### 1.1.1 Samohybné nůžkové plošiny (obr.1):



Stroje se používají pro práce, kdy je možné v pracovním prostoru vysunout plošinu kolmo nahoru. Nevýhodou těchto plošin je, že nemají velký stranový dosah. Výhodou plošin je, že mívají v celku velkou nosnost v koši.

*Obr.1 Nůžková plošina*

**1.1.2 Kloubové samohybné plošiny (obr.2):** Tyto stroje se používají pro práce, kdy je třeba

*Obr.2 Kloubová samohybná plošina*

určitého stranového dosahu. Plošiny jsou používány hlavně v prostředích vybavených množstvím technologií, kterým je potřeba se vyhnout nebo při venkovních pracích, kdy je třeba překonávat různé terénní či výškové překážky. Velkou výhodou těchto plošin je, že jsou otočné o 360° a je možno s nimi poježdět v pracovní výšce. Ve většině případů jsou vybaveny otočným košem.

**1.1.3 Teleskopické samohybné plošiny (obr.3):** Tyto plošiny mají podobné vlastnosti

*Obr.3 Teleskopická samohybná plošina*

jako plošiny kloubové. Rozdíl mezi plošinami je v konstrukci ramene. Teleskopické plošiny mají rameno opatřeno pouze dvěma klouby a to na koncích ramene u stroje a u koše.

**1.1.4 Přívěsné plošiny (obr.4):** Tento druh pracovních plošin je používán hlavně pro

*Obr.4 Přívěsná plošina*

práce v náročných terénech, kde je stupeň náklonu větší než 5°. Pracovní plošiny jsou vybaveny hydraulickými nohami, které jim umožní ustavení i v těch nejnáročnějších podmínkách. Zdrojem pohonu pracovních plošin jsou akumulátory (230V) či dieselový nebo benzínový motor. Velkou výhodou plošin je možnost připojení plošiny za osobní automobil a odtažení na místo práce.

**1.1.5 Speciální plošiny (obr.5):** Jedná se o plošiny, pohybující se na pásech, což

umožňuje dostatečně rozložit jejich hmotnost. Tyto speciální stroje mohou projet i otvory 90cm širokými a vysokými 2m. Speciální pracovní plošiny nacházejí uplatnění zejména v obchodních centrech, zámcích a hradech, či v různých sportovních halách, nebo při pracích v náročném terénu. Zdrojem těchto plošin jsou benzínové či dieselové motory a v případě vnitřních prací možnost připojení na 230V. Maximální pracovní výšky bývají do 42m.

*Obr.5 Speciální plošina*

**1.1.6 Sloupové plošiny (obr.6):** Jedná se o lehké a kompaktní pracovní plošiny, vhodné

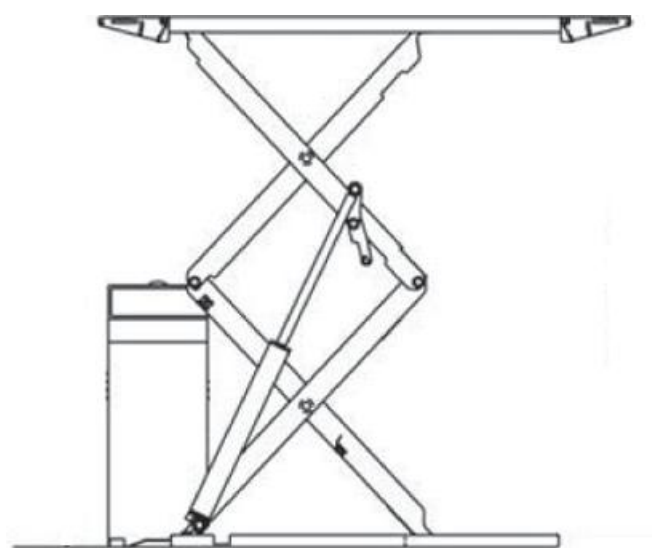
na málo únosné povrchy. Jsou konstruovány zejména pro vnitřní použití. Dodávají se pro pracovní výšky 7m až 14m. Díky jejich nízké hmotnosti a jednoduchosti je umožněna snadná přeprava i v malých dodávkových automobilech.

*Obr.6 Sloupová plošina*



## 1.2 Plošiny nepojízdné

### 1.2.1 Nůžkové zvedáky, plošiny, stoly (obr.7):



Tyto plošiny jsou používány pro zdvihání těžkých břemen, případně pro přepravu materiálu, či materiálu s obsluhou. Nejčastěji používaný systém zvedání je hydraulický, ale může být i pneumatický či mechanický. Plošiny se používají například jako autozvedáky v autodílnách. Bezpečnostní opatření jsou ošetřeny normou ČSN EN 1570.

Obr.7 Nůžkový zvedák

### 1.2.2 Plošiny pro tělesně postižené:

Jedná se o speciální plošiny pro vozíčkáře či pro osoby se špatnou motorikou. Pro normálního zdravého člověka je vyjití pěti chodů do přízemí obytného domu snadnou záležitostí, avšak pro osobu připoutanou na invalidní vozík je to nepřekonatelný problém. Naštěstí se již stále častěji můžeme setkávat se schodišťovými plošinami určenými pro osoby se sníženou hybností. Tyto plošiny můžeme dále dělit na plošiny se svislou drahou a s drahou šikmou.

#### **Plošiny se svislou drahou:**

Tyto plošiny mají zdvih od jednoho až do čtyř metrů.

Pro plošiny s malými zdvihy (obr.8) se používá stejný princip zdvihu jako u nůžkových zvedáků. Ve většině případů se jedná o nůžkový mechanismus s hydraulickým pístem nebo čistě hydraulický mechanismus. Výhodou těchto metod zdvihu je, že spotřebovávají energii pouze při jízdě nahoru. Jízdu dolů mohou vykonávat i při výpadku proudu. Pro svou jednoduchou konstrukci jsou používány tam, kde použití nájezdových ramp není vhodné ani možné pro strmé stoupání a kde se nehodí stavět plošinu se šikmou drahou.

*Obr.8 Plošina s malým zdvihem**Obr.9 Plošina s velkým zdvihem*

Plošiny s vyšším zdvihem (obr.9) se používají tam, kde by výstavba výtahu z technického hlediska nebyla možná, či z ekonomického hlediska byla nevýhodná. U těchto plošin se používá několik typů pohonu.

Jedním z nich je opět pohon pomocí hydraulického pístu, kdy je podesta přidělena přímo ke zdvižnému pístu, případně po stranách na nosnou konstrukci, nebo je kabina přidělena k pístu přes kladky pomocí řetězů.

Další druh pohonu funguje na principu šroubového mechanismu, kdy je matice připevněná ke kabině posunována pomocí otáčející se šroubové tyče.

#### **Plošiny se šikmou drahou:**

Též jsou známy pod názvem schodišťové plošiny, neboť se nejčastěji konstruují na schodištích. Plošina se pohybuje po šikmé dráze jen několik centimetrů nad schody. Dráha může být přímá, nebo v případě, že se jedná o plošinu pro víceposchodový objekt, může být též dráha zatáčková. Plošiny se konstruují jako sklopné, aby co nejméně zasahovaly do prostoru schodiště. Ve většině případů bývají připevněny na trubkové kolejnice pomocí plastových tvarovaných válečků (obr.10.). Pohony plošiny bývají různé.

Jeden z typu pohonů je pomocí tažného lana, kdy je plošina pevně přichycena k ocelovému lanu s kuličkami (obr.11.). Dráhu tvoří trubky, v nichž je vedeno tažné lano. Systém pohonu je řešen tak, že motor s převodovkou je umístěn v horní koncové

stanici plošiny (nepohybuje se na plošině), což umožňuje navržení velmi lehké a vzdušné konstrukce plošiny. Kuličky jsou zachycovány a tím i posouvány pomocí ozubeného kola. Při pohybu není nutné do plošiny přivádět proud, systém nepotřebuje žádný kabel ani sběrnici. Tento pohon není vhodný pro zatačkové dráhy s větším počtem ramen.



*Obr.10 Uchycení plošiny*



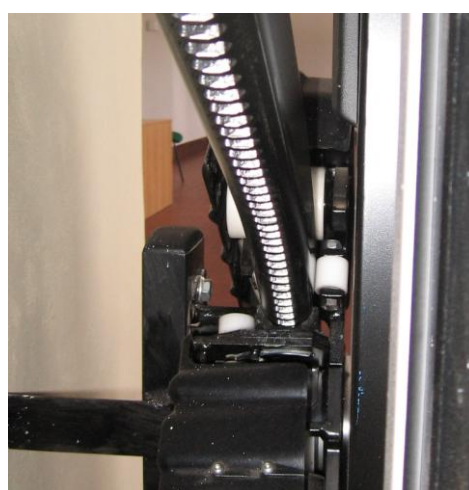
*Obr.11 Lano s kuličkami*

Dalším typem pohonu je posuv pomocí ozubeného pastorku (obr.12). Motor je umístěn přímo na plošině, tudíž plošina má buď přívodní kabel (používáno pro kratší dráhy), nebo musí obsahovat baterie, které jsou dobíjeny v koncových polohách dráhy.

Pohon pomocí válečkového řetězu je obdobou pohonu pomocí lana, kdy je řetěz poháněn pomocí pastorku. Řetězový pohon lze použít pouze u drah přímých.



*Obr.12 Schodišťová plošina s ozubeným pastorkem*



*Obr.13 Kolejnice pro pohon ozubeným pastorkem*

### 1.2.3 Závěsné plošiny: Nebo také známé pod názvem závěsné lávky (obr.14). Tyto



plošiny bývají nejčastěji používány při práci na budovách, například při jejich opravách. Skládají se ze stavebnicové konstrukce, která se dá snadno rozebrat. Plošiny jsou konstruovány s různými rozměry a pro různá zatížení. Plošina se pohybuje pomocí dvou šplhacích agregátů po ocelových lanech, která bývají uchycena na střeše a visí volně dolů. Na koncích lan bývají pověšena napínací závaží.

*Obr.14 Závěsná plošina*

## 2 Výběr z normy ČSN EN 9386 [7]

### - Všeobecné požadavky na zdvihací plošiny

#### 2.1 Obecná konstrukce

Části musí být složeny ze spolehlivých strojních a elektrických prvků s použitím materiálů bez zřejmých vad a s odpovídající pevností a vhodnou kvalitou. Musí být zaručeno, že rozměry stanovené v této části **ISO 9386** budou dodrženy i v případě opotřebení. Musí se rovněž vzít v úvahu nutnost ochrany proti korozi. Musí být minimalizován přenos hluku a vibrací do okolních stěn a dalších podpůrných konstrukcí. Žádné materiály nesmí obsahovat azbest. Musí se vzít v úvahu zajištění konstrukčních požadavků na instalaci nebo požadavků uživatele.

#### 2.2 Údržba, opravy a inspekce

Zdvihací plošiny musí být navrženy, provedeny a instalovány tak, aby části vyžadující pravidelnou inspekci, zkoušení, údržbu nebo opravy byly snadno přístupné.

#### 2.3 Požární odolnost

Materiály použité při výrobě zdvihací plošiny nesmí podporovat hoření ani nesmí být nebezpečné svou toxickou povahou a neměly by v případě požáru tvořit množství plynů a kouře. Plastové prvky a izolace elektrických vodičů musí zpomalovat hoření a musí být samozhášecí.

## 2.4 Jmenovitá rychlost

Jmenovitá rychlost zdvihací plošiny ve směru pohybu nesmí být větší než  $0,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

## 2.5 Obecný součinitel bezpečnosti

Pokud není stanoveno jinak v této části ISO 9386, součinitel bezpečnosti všech částí zařízení nesmí být menší než 1,6násobek meze kluzu a maximálního dynamického zatížení. Tento součinitel bezpečnosti platí pro ocel nebo pro podobné tažné materiály. Pro jiné materiály se musí použít zvýšený součinitel bezpečnosti.

## 2.6 Odolnost proti provozním silám

Úplná namontovaná zdvihací plošina musí odolávat bez trvalých deformací silám působícím během normálního provozu, během působení bezpečnostních zařízení a při účinku způsobeném mechanickým zastavením během jízdy jmenovitou rychlostí. Avšak místní deformace, které nemohou ovlivnit provoz zdvihací plošiny a které vznikají při působení zachycovačů, jsou povolené.

Vodící prvky, jejich upevnění a spoje musí odolávat průhybům vlivem nerovnoměrného zatížení bez vlivu na normální provoz.

## 2.7 Ochrana zařízení proti škodlivým vnějším vlivům

Strojní a elektrické prvky musí být chráněny proti škodlivým a nebezpečným působením vnějších vlivů, které se mohou vyskytovat na místě předpokládané instalace, např.:

- a) vnikání vody a pevných látek
- b) působení vlhkosti, teploty, koroze, atmosférického znečištění, sluneční radiace
- c) činnost rostlin, zvířat atd.

### 2.7.1 Ochrana

Musí se navrhnout a provést ochrana a zdvihací plošina musí být namontována tak, aby výše uvedené vlivy neovlivňovaly bezpečný a spolehlivý provoz zdvihací plošiny. Na podlaze jízdní dráhy se nesmí hromadit vlhkost.

### **2.7.2 Kryty**

Části (např. převodovka a pohonná jednotka) musí být zakryty tak, aby se zabránilo nebezpečí úrazu. Kde je to nutné, kryty musí být z neperforovaného materiálu. Přístupové panely musí být zajištěny tak, aby bylo nutno použít nástroj nebo klíč pro jejich odkrytí.

## **2.8 Vodítka**

Vodítka musí být provedena tak, aby udržela a vedla plošinu při její jízdě. Vodítka zdvihacích plošin s uzavřenými jízdnicími dráhami musí zajišťovat, aby vodorovné vzdálenosti mezi vnitřním povrchem jízdnicí dráhy a prvky plošiny byly dodrženy po celou jízdu plošiny.

## **2.9 Zajišťování dveří**

Při normálním provozu nesmí být možné otevřít nástupní dveře, stojí-li plošina více než 50 mm od úrovně prahu těchto dveří. Nesmí být možný rozjezd plošiny nebo její trvalý pohyb s otevřenými nástupními dveřmi. Zavřená poloha musí být kontrolována elektrickým bezpečnostním zařízením. Nesmí být možný rozjezd plošiny nebo její trvalý pohyb s nezajištěnými nástupními dveřmi, nachází-li se zdvihací plošina více než 50 mm od úrovně prahu těchto dveří.

## **2.10 Provedení plošiny**

Krytina podlahy plošiny musí být z protiskluzového materiálu. Práh plošiny nebo nástupiště se musí barevně odlišovat od povrchu podlahy nástupiště ve vstupu. Pokud hnací, vodící nebo zdvihací mechanismy představují riziko na stranách plošiny, mechanismy musí být zakryty pro ochranu uživatelů. Kryty musí být hladké, pevné a souvislé. Stropy musí mít pouze zdvihací plošiny umístěné v uzavřených jízdnicích drahách. Strop plošiny nesmí být nosný a musí být odnímatelný, aby dovolil přístup k údržbě. Strop musí být opatřen tabulkou varující před vstupem na něj.

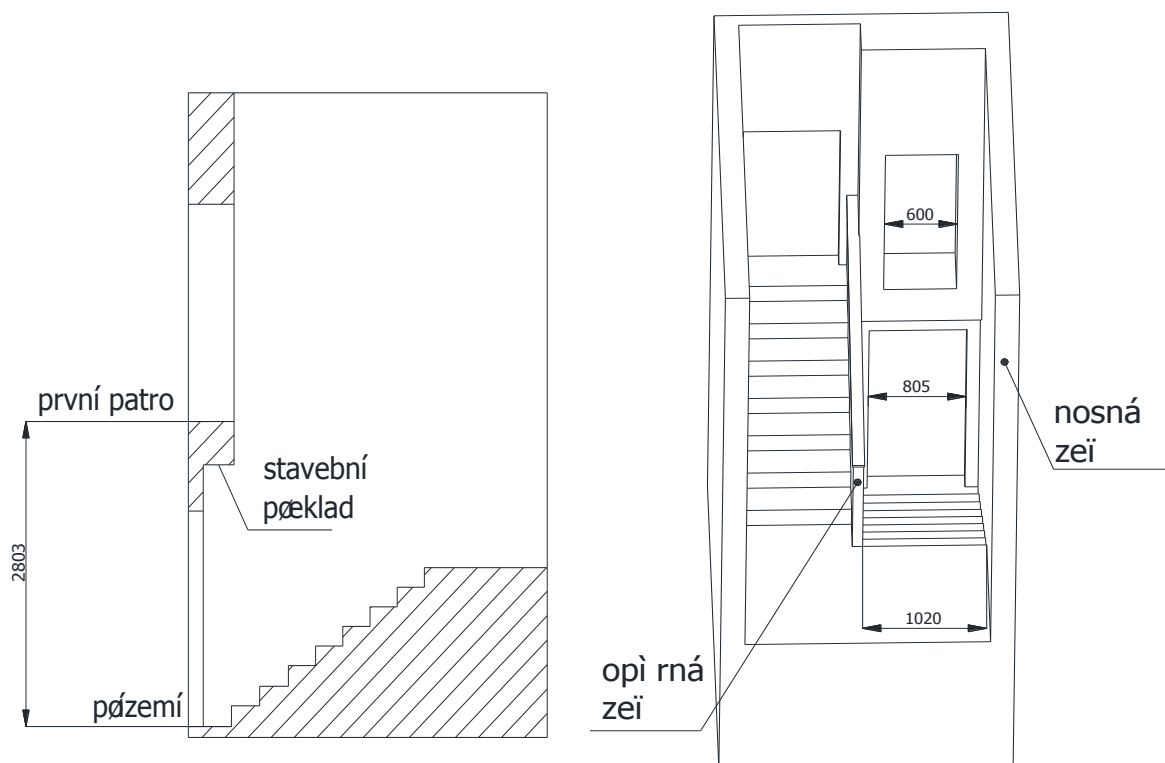


## **II - PRAKTICKÁ ČÁST**



### 3 Rozbor zadání

Je požadováno zkonstruovat plošinu do chodby objektu (obr.15). Zdvižná plošina je určena k příležitostnému používání (přibližně 2x do měsíce), pouze pro přepravu nákladu, nikoli pro přepravu osob. Chodba je široká 1020mm. Šířka spodních dveří je 805mm. Šířka dveří v prvním patře je 600mm. Pro nedostatek místa v zádveřním prostoru ve spodní parkovací poloze, bude plošina zastavena nad úrovní druhého schodu. Dveře v přízemí jsou schovány pod překladem, z čehož vyplývá, že plošina nebude pojíždět po svislé dráze, ale po dráze mírně odkloněné od svislice. Nosná zeď použitelná k připevnění plošiny je nalevo při pohledu ze spodních dveří směrem na schodiště. Ovládání plošiny bude v přízemí a v prvním patře, pomocí ovládacího panelu s tlačítky NAHORU, DOLŮ a STOP. V prvním patře bude též uzamykatelná skříň s elektronikou a hlavním vypínačem.

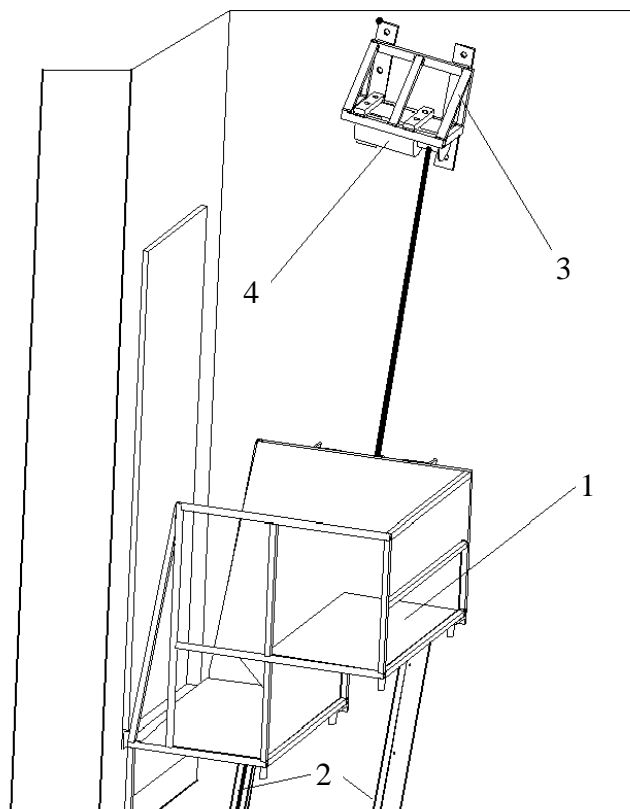


Obr.15 Schodiště



## 4.Návrh konstrukčních variant

### 4.1 Varianta č.1



Obr. 16 Varianta č.1

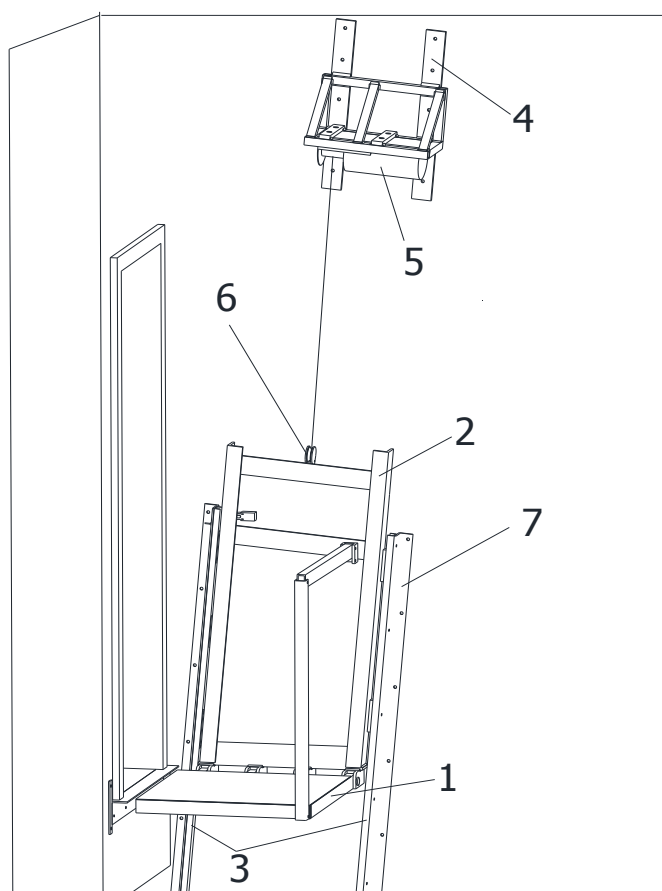
1 - tělo plošiny, 2 – lineární vedení, 3 – konzola, 4 - lanový naviják

První variantu tvoří 4 hlavní části (obr.16). Skládá se z těla plošiny, vodícího lineárního vedení, konzoly a lanového navijáku. Tělo plošiny je svařeno z jáklů a nosných L profilů a je schodovitě rozděleno na dvě užité plochy. Spodní plocha s nosností 100 kg a plocha postavená výše s nosností 50kg. Nosné L profily jsou přišroubovány k vozíkům vodících kolejnic, které určují dráhu pohybu. Kolejnice svírají se svislicí úhel 8 stupňů. Tělo plošiny je přes vyrovnávací kladku zvedáno lanovým navijákem, který je přišroubován na konzolu. Proti pádu těla plošiny při výpadku proudu je naviják vybaven brzdou.

Nevýhodou této plošiny je, že není sklopná a jelikož dráha plošiny je v chodbě která je volně průchozí, musí být plošina při parkování umístěna v prvním patře.

Další problém nastává při přivaření těla k nosným L profilům, kdy zatížení plošiny nese převážně jeden hlavní svar.

## 4.2 Varianta č.2



Obr.17 Varianta č.2

1-sklopná plošina, 2-nosná konstrukce, 3-lineární vedení, 4-konzola,  
5-lanový naviják, 6-kladka, 7- L profil

Druhou variantu tvoří 5 hlavních částí (obr.17). Skládá se ze sklopné plošiny, nosné konstrukce, kolejníc lineárního vedení, konzoly a lanového navijáku. Sklopná plošina je svařena z jáklů. Tělo plošiny vznikne čepovým spojením sklopné plošiny a nosné konstrukce. Tento celek je přišroubován k vozíkům kolejníc lineárního vedení firmy Rollon (příloha 1). Plošina s lineárním vedením je přidělána k nosné zdi pomocí L profilů. Kolejnice svírají se svislicí úhel  $5^\circ$ . Tělo plošiny je přes vyrovnávací kladku zvedáno lanovým navijákem který je připevněn ke konzole. Naviják obsahuje brzdu proti pádu plošiny v případě výpadku elektrického proudu. Plošinu je možné parkovat jak v prvním patře, tak po jejím sklopení také v přízemí.

Nevýhodou plošiny je její menší užitná plocha než u varianty č.1. Dále je možno navrhnout pouze jednoduché zábradlí, které se sklápí spolu s plošinou.

## 4.3 Výběr varianty

### Varianta č1

#### Klady

- větší přepravní prostor

#### Zápory

- nutnost parkování v horní poloze
- estetické ( robustní konstrukce )

### Varianta č2

#### Klady

- možnost parkování ve spodní poloze
- lepší rozložení napětí

#### Zápory

- částečné zabránění prostoru v chodbě při parkování

Po porovnání kladů a záporů obou variant, byla vybrána varianta č.2. Vybraná varianta a její základní polohy jsou zdokumentovány v příloze.

## **5 Zabezpečení plošiny**

### **5.1 Přejetí koncové polohy**

Aby plošina nepřejela koncové polohy (především v prvním patře), je dojezd kontrolován indukčními snímači, které vypínají navíjení lana. V prvním patře je navíc přimontován mechanický koncový spínač záložní, který vypne navíjení v případě poruchy indukčního snímače a nedovolí opětovné rozjetí plošiny.

### **5.2 Zabezpečení dveří**

Dveře k přístupu na plošinu jsou zamykány elektrickými zámky v závislosti na poloze plošiny. Koncová poloha plošiny je určována indukčními snímači. Toto opatření má zabránit pádu osoby z prvního patra v případě, že plošina nebude v prvním patře zaparkována. Taktéž má zabránit zraněním v případě pádu břemena při pohybu plošiny. Je-li plošina v prvním patře a je zajištěna bezpečnostním kolíkem, jsou dveře v přízemí a prvním patře odemčeny. Je-li plošina v přízemí, jsou otevřeny pouze dveře v přízemí. Je-li plošina mezi koncovými polohami, jsou oboje dveře zavřené.

### **5.3 Kontrola zavření dveří**

Na dveřích jsou namontovány snímače, které kontrolují zavření dveří, aby nedošlo k rozjetí plošiny v případě, že jsou dveře v přízemí či prvním patře otevřeny.

### **5.4 Zabezpečení proti pádu plošiny**

Po dojezdu plošiny do prvního patra je plošina automaticky zabezpečena proti pádu při přetržení nosného lana pomocí bezpečnostního kolíku a bezpečnostní záračky.

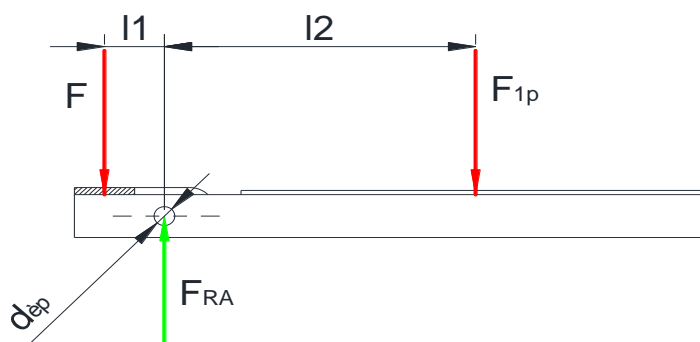
### **5.5 Kontrola kolize s překladem**

Při pojezdu plošiny do prvního patra míjí plošina v těsné blízkosti nosný překlad a následně boční práh v prvním patře. V případě nákladu přesahujícího plošinu, by mohlo dojít ke zničení nákladu případně ke zpříčení plošiny. Proto je pod překladem a bočním prahem umístěna světelná závora, která v případě přesahujícího nákladu plošinu zastaví a pošle zpět do přízemí.

## 6 Výpočty

### 6.1 Výpočet čepu sklopné plošiny

Maximální hmotnost přepravovaného nákladu  $m_{MAX} = 150\text{kg}$ . Při vykládání materiálu v horní poloze plošiny ( v prvním patře) může dojít k našlápnutí obsluhy na plošinu, z čehož vyplývá i navýšení maximálního zatížení plošiny. Hmotnost dospělého člověka volím  $m = 80\text{kg}$ . Hmotnost sklopné plošiny s plechem je přibližně  $m_{sk} = 26\text{kg}$ . Čepy jsou z oceli 11 500. Dovolené napětí ve smyku dle [4]  $\tau_{Ds} = 55\text{MPa}$ . Počet zatěžovaných čepů  $i = 4$ . Průměr čepu byl zvolen  $d_{\text{čp}} = 12\text{mm}$ . Gravitační zrychlení  $g = 10\text{ms}^{-2}$ . Vzdálenost  $l_1 = 57\text{mm}$ ,  $l_2 = 360\text{mm}$ .



Obr.18 Schéma pro výpočet čepu na střih

#### Výpočet zatěžující síly

$$F_{1p} = (m_{MAX} + m + m_{sk}) \cdot g = (150 + 80 + 26) \cdot 10 = 2560\text{N} \quad (1)$$

#### Výpočet střížné síly:

$$F \cdot l_1 - F_{1p} \cdot l_2 = 0 \quad (2)$$

$$F = \frac{F_{1p} \cdot l_2}{l_1} = \frac{2560 \cdot 360}{57} = 16168,4\text{N} \quad (3)$$

$$F - F_{RA} + F_{1p} = 0 \quad (4)$$

Dosazením rovnice 2 do rovnice 4 a vyjádřením  $F_{RA}$  zjistíme výslednou sílu působící na čep.

$$F_{RA} = F_{1p} + F = 18728,4\text{N} \quad (5)$$

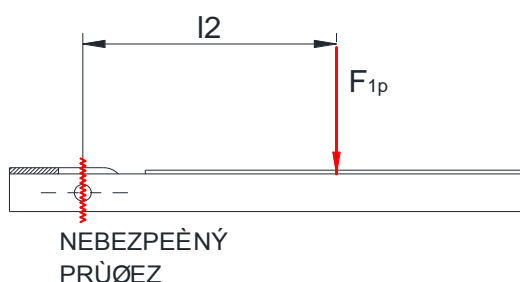
## Kontrola na střih

$$\tau_S = \frac{F_{RA}}{i \cdot S_{\dot{c}p}} \leq \tau_{Ds} \quad (6)$$

$$\tau_S = \frac{F_{RA}}{4 \cdot \frac{\pi \cdot d_{\dot{c}p}^2}{4}} = \frac{18728,4}{\pi \cdot 12^2} = 41,4 \text{ MPa} < \tau_{Ds} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (7)$$

## 6.2 Kontrola plošiny na ohyb

Koupené jákly 50x30x4 jsou z materiálu 11 375. Dovolené napětí v ohybu dle literatury [4]  $\sigma_{Do}=70\text{MPa}$ . Pro zjednodušení výpočtu jsou použité průřezové charakteristiky tyčí bez děr pro čepy. Proto jsou kontrolovány pouze jákly  $n=3$  místo 4 jáklů. Kvadratický modul průřezu  $W_o=6100 \text{ mm}^3$  dle katalogu ferrony [8] .



Obr.19 Schéma plošiny pro výpočet na ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_o}{n \cdot W_o} = \frac{F_{1p} \cdot l_2}{n \cdot W_o} = \frac{2560 \cdot 360}{3 \cdot 6100} = 50,4 \text{ MPa} < \sigma_{Do} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (8)$$

## 6.3 Kontrola jáklů na otlačení

Při zatížení sklopné plošiny je třeba zkontrolovat díry jáklů na otlačení od čepů.

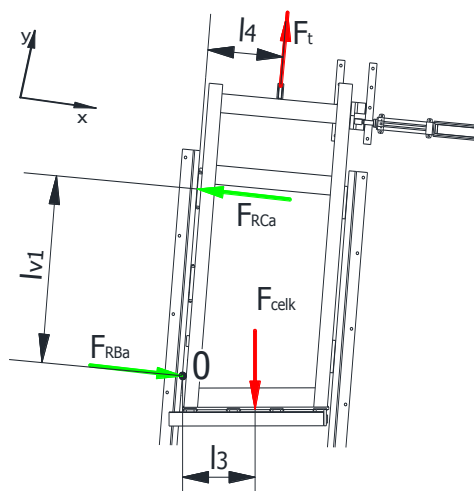
Tloušťka stěny  $t=4\text{mm}$ . Dle literatury [3] voleno  $p_D=55 \text{ MPa}$ .

$$p = \frac{F_{RA}}{4 \cdot d_{\dot{c}p} \cdot 2 \cdot t} = \frac{18728,4}{4 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 4} = 48,8 \text{ MPa} < p_D \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (9)$$

## 6.4 Kontrola vozíků

### 6.4.1 Kontrola únosnosti vozíků v axiálním směru

Je použito lineární vedení společnosti Rollon [11]. Levá vodící kolejnice je přesná, nosná ve směru x. Vodící kolejnice pravá umožňuje částečné naklápění a posouvání ve směru x při případných nepřesnostech po montáži. Proto je třeba vozíky levé vodící kolejnice zkontrolovat na překročení únosnosti v důsledku namáhání danými silami (obr.20). Kolejnice je typu Compact Rail – size 43. Maximální dovolená síla působící na vozík CSW43 je  $Coax=1570N$  viz katalog Rollon [11]. Hmotnost plošiny  $m_p=72$  kg. Vzdálenost  $l_3=300mm$  a  $l_4=300mm$ . Vzdálenost vozíků  $l_{v1}=692mm$ .



Obr.20 Silové působení na kolejnici

Výpočet celkové síly působící na plošinu a jejích složek:

$$F_{celk} = (m_p + m + m_{MAX}) \cdot g = (72 + 80 + 150) \cdot 10 = 3020N \quad (10)$$

$$F_{celk-y} = F_{celk} \cdot \cos 5^\circ \quad (11)$$

$$F_{celk-y} = 3020 \cdot \cos 5^\circ = 3008,5N \quad (12)$$

$$F_{celk-x} = F_{celk} \cdot \sin 5^\circ \quad (13)$$

$$F_{celk-x} = 3020 \cdot \sin 5^\circ = 263,2N \quad (14)$$

Určení tažné síly  $F_t$ :

$$F_{celk-y} - F_t = 0 \Rightarrow F_t = F_{celk-y} \quad (15)$$

Výpočet sil působících na vozíky:

$$F_{RCa} - F_{RBa} - F_{celk-x} = 0 \quad (16)$$

$$F_{RBa} = F_{RCa} - F_{celk-x} \quad (17)$$

$$F_{celk} \cdot l_3 - F_{RCa} \cdot l_{v1} - F_t \cdot l_4 = 0 \quad (18)$$

$$F_{RCa} = \frac{F_{celk} \cdot l_3 - F_t \cdot l_4}{l_{v1}} \quad (19)$$

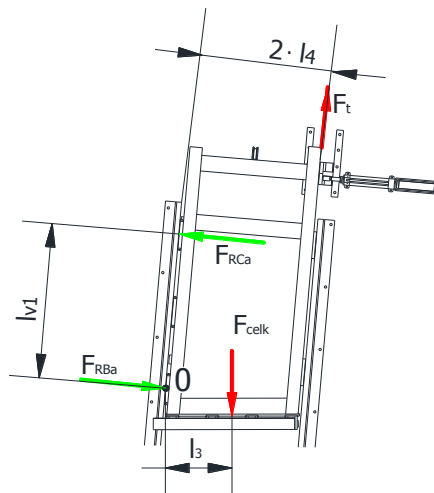
$$= \frac{3020 \cdot 300 - 3008,5 \cdot 300}{692} = 5N < C_{oax} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (20)$$

Dosazením do rovnice 18 získáme reakci  $F_{RBa}$

$$F_{RBa} = 5 - 263,2 = -258,2N < C_{oax} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (21)$$

#### 6.4.2 Kontrola únosnosti vozíků v axiálním směru při přetržení lana

Při přetržení lana je zabráněno pádu plošiny pomocí bezpečnostního kolíku a bezpečnostní zarážky. Dojde k nepříznivému silovému působení na vozíky přesné kolejnice. Vzdálenost mezi vozíky  $l_{v1}=692\text{mm}$ . Axiální únosnost vozíku  $C_{0ax}=1570\text{N}$ .



Obr.21 Silové působení při přetržení lana

Výpočet sil působících na vozíky:

$$F_{celk} \cdot l_3 - F_{RCa} \cdot l_{v1} - F_t \cdot 2 \cdot l_4 = 0 \quad (22)$$



$$F_{RCa} = \frac{F_{celk} \cdot l_3 - F_t \cdot 2 \cdot l_4}{l_{v1}} \quad (23)$$

$$= \frac{3020 \cdot 300 - 3008,5 \cdot 2 \cdot 300}{692} = -1299,3N < C_{oax} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (24)$$

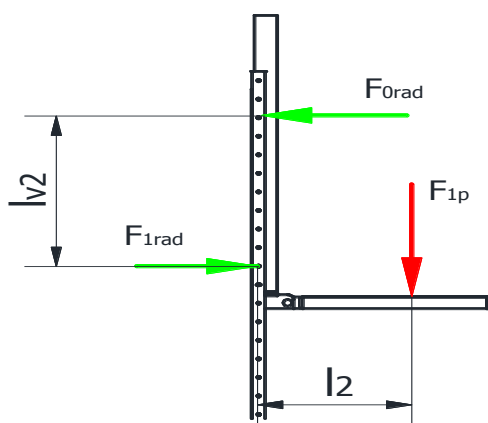
Výpočet  $F_{RBa}$  viz rovnice (18)

$$F_{RBa} = -1299,3 - 263,2 = -1562,7N < C_{oax} \quad (25)$$

=> Jelikož je síla na mezi únosnosti vozíku je přidán vozík třetí, který část zatížení převezme.

#### 6.4.3 Kontrola zatížení vozíků v radiálním směru

U levé kolejnice Compact-Rail je použit typ vozíku CSW43 jehož únosnost v radiálním směru je  $C_{0rad}=5500N$ . U pravé vodící kolejnice typu X-Rale je použita varianta vozíku CEX 45, jehož únosnost je  $C_{0rad}=1600N$ . Vzdálenost mezi vozíky pravé kolejnice je menší a vzniká větší kroutící moment, proto je použita pro výpočet vzdálenost  $l_{v2}=570mm$



Obr.22 Schéma plošiny - boční pohled

$$F_{0rad} - F_{1rad} = 0 \quad (26)$$

$$F_{0rad} = F_{1rad} \quad (27)$$

$$F_{0rad} = \frac{F_{1p} \cdot l_2}{l_{v2}} = \frac{2360 \cdot 360}{570} = 1490,4N < C_{0rad} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (28)$$

## 6.5 Kontrola bezpečnostního kolíku na střih

Při přetržení lana dochází k zabránění pádu plošiny bezpečnostním kolíkem, který je namáhán na střih. Materiál bezpečnostního kolíku je ocel 11 500,  $d=15\text{mm}$ ,  $\tau_{Ds}=55\text{MPa}$  dle [4]. Hmotnost plošiny  $m_p=72\text{kg}$ .

$$\tau_s = \frac{F_{\text{celk}-y}}{i \cdot S} \leq \tau_{Ds} \quad (29)$$

$$\tau_s = \frac{3008,5}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{3008,5 \cdot 4}{\pi \cdot 15^2} = 17\text{Mpa} < \tau_{Ds} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (30)$$

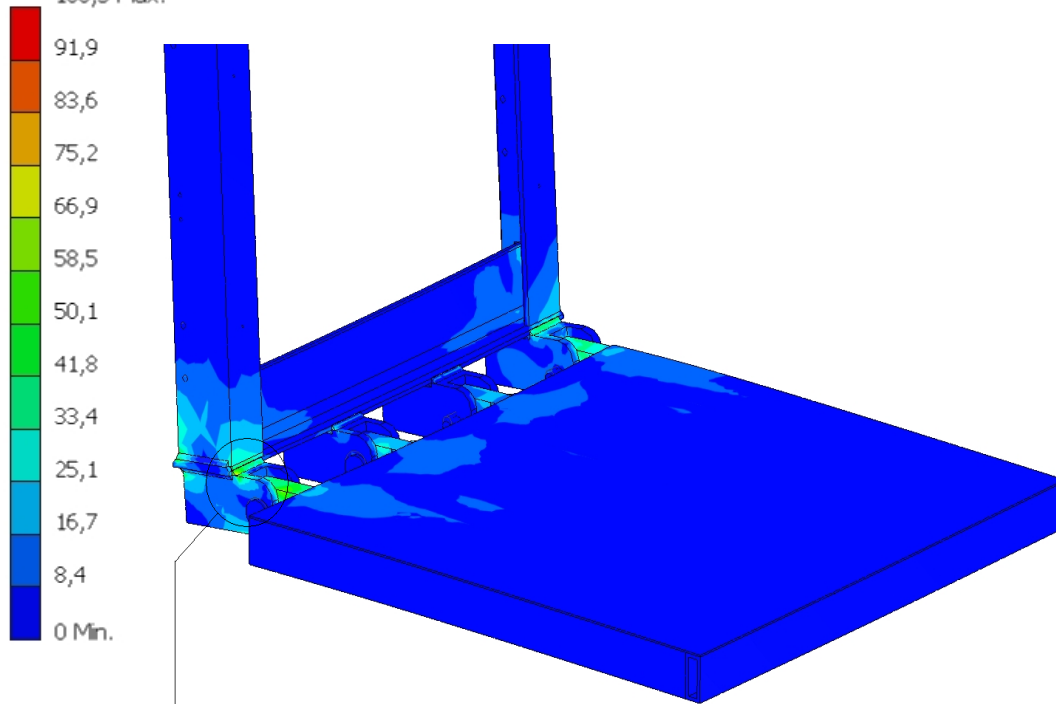
## 6.6 Kontrola svarů uložení čepů metodou MKP

Typ: Napětí Von Mises

Jednotka: MPa

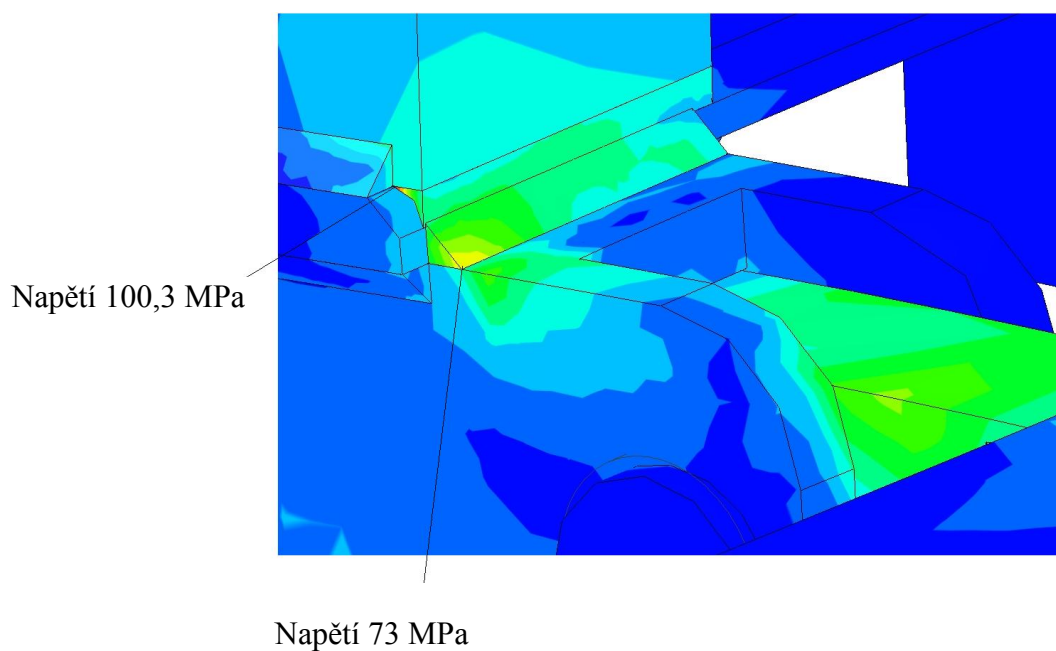
23.5.2010, 9:49:10

100,3 Max.



Maximální napětí ve svaru

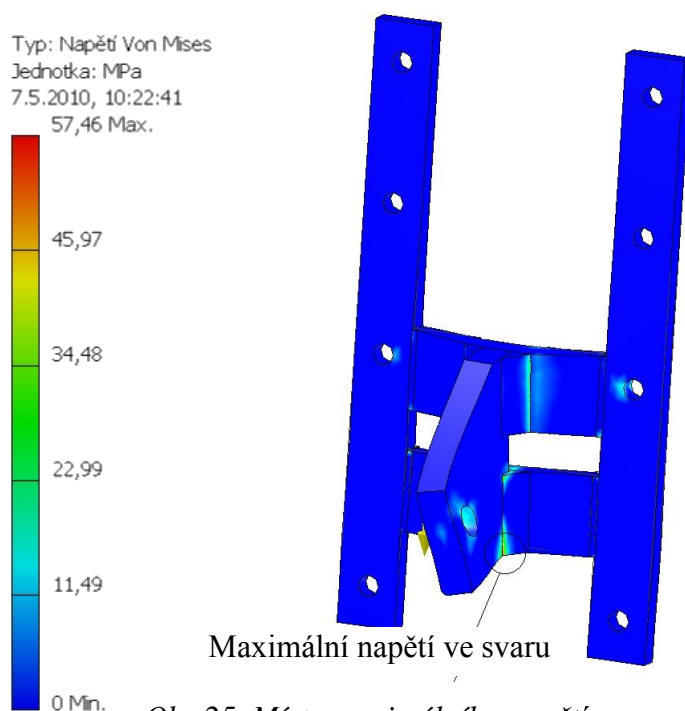
Obr.23 Místo maximálního napětí ve svaru uložení čepů



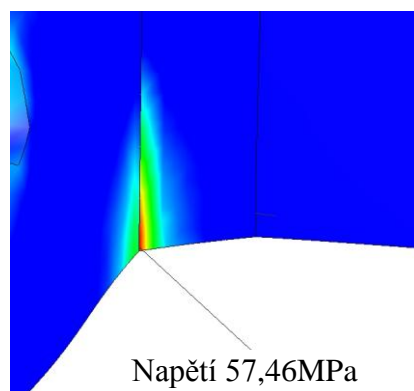
*Obr.24 Napětí ve svaru uložení čepu*

Pro kontrolu svaru uložení čepu byla použita metoda konečných prvků. Jak je patrné z obrázku (obr.24) maximální napětí dosahuje hodnoty 100,3 MPa, ale pouze v rohu svaru. Průměrná hodnota napětí dosahuje hodnot mezi 50 MPa a 60 MPa. Průměrné napětí nedosahuje hodnot dovoleného napětí v tahu 65 MPa dle [4] tedy nedojde k poškození svaru a svar proto vyhovuje.

## 6.7 Kontrola bezpečnostní zarážky metodou MKP



Obr.25 Místo maximálního napětí ve svaru bezpečnostní zarážky



Obr.26 Napětí bezpečnostní zarážky ve svaru

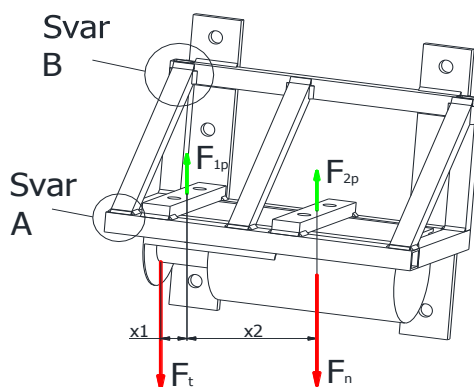
Pro kontrolu bezpečnostní zarážky byla použita metoda konečných prvků. Z obrázku (obr.26) je patrné, že maximální napětí dosahuje ve svaru 57,64 MPa, ale pouze v rohu svaru. Průměrná hodnota napětí dosahuje hodnot mezi 11 MPa a 23 MPa. Průměrné napětí nepřesahuje hodnoty dovoleného napětí v tahu 65MPa. Nedojde k poškození svaru a svar proto vyhovuje.

## 6.8 Kontrola svarů konzoly

Výpočet sil působících na nosné tyče konzoly

Hmotnost navijáku  $m_n=5\text{kg}$ . Těžiště navijáku je přibližně pod působišťem síly  $F_{2p}$ .

Vzdálenost  $x_1=26\text{mm}$ ,  $x_2=189\text{mm}$  ( obr.27)



Obr.27 Reakční síly na naviják

$$F_n = m_n \cdot g = 5 \cdot 10 = 50\text{N} \quad (31)$$

$$F_{1p} + F_{2p} - F_t = 0 \quad (32)$$

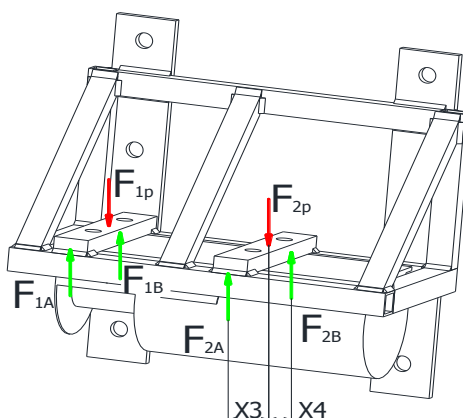
$$F_t \cdot (x_1 + x_2) - F_{1p} \cdot x_2 = 0 \quad (33)$$

$$F_{1p} = \frac{F_t \cdot (x_1 + x_2)}{x_2} = \frac{3008,5 \cdot (26 + 189)}{189} = 3422,4\text{N} \quad (34)$$

$$F_{2p} = F_t - F_{1p} + F_n = 3008,5 - 3422,4 + 50 = -363,9\text{N} \quad (35)$$

# Výpočet sil působících na konzolu

Vzdálenost  $x_3=85\text{mm}$  a  $x_4=105\text{mm}$  (obr.28)



Obr.28 Síly v základně konzoly

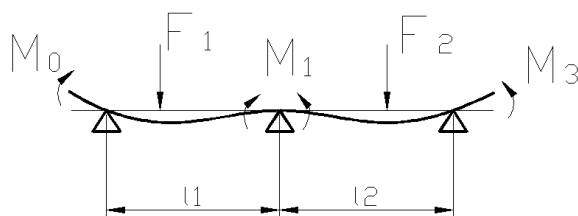
$$F_{1A} = \frac{F_{1p} \cdot x_3}{x_3 + x_4} = \frac{3422,4 \cdot 85}{190} = 1531,4\text{N} \quad (36)$$

$$F_{1B} = \frac{F_{1p} \cdot x_4}{x_3 + x_4} = \frac{3422,4 \cdot 105}{190} = 1891,3\text{N} \quad (37)$$

$$F_{2A} = \frac{F_{2p} \cdot x_1}{x_1 + x_2} = \frac{-363,9 \cdot 85}{190} = -162,8\text{N} \quad (38)$$

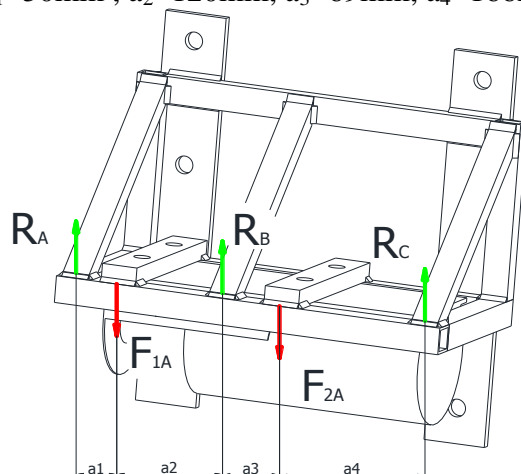
$$F_{2B} = \frac{F_{2p} \cdot x_2}{x_1 + x_2} = \frac{-363,9 \cdot 105}{190} = -201,1\text{N} \quad (39)$$

Síly působící na ramena konzoly jsou zjištěny pomocí třímomentové rovnice (obr.29)



Obr.29 Obecný nosník třímomentové rovnice

Vzdálenost  $a_1=50\text{mm}$  ,  $a_2=120\text{mm}$ ,  $a_3=69\text{mm}$ ,  $a_4=166\text{mm}$  (obr.30)



Obr.30 Zatížení ramen

Třimomentová rovnice je převzatá z literatury [9]. Zatěžovací členy  $Z_{ba}$  a  $Z_{bc}$  zjištěny pomocí tab.1 ( viz příloha ).

$$M_0 \cdot a_{c1} + 2 \cdot M_1 \cdot (a_{c1} + a_{c2}) + M_3 \cdot a_{c2} + Z_{ba} \cdot a_{c1} + Z_{bc} \cdot a_{c2} = 0 \quad (40)$$

$$a_{c1} = (a_1 + a_2) = 170\text{mm} \quad (41)$$

$$a_{c2} = (a_3 + a_4) = 235\text{mm} \quad (42)$$

$$Z_{ba} = \frac{F_{1A} \cdot a_1 \cdot a_2}{a_{c1}^2} \cdot (a_{c1} + a_1) = \frac{1531,4 \cdot 50 \cdot 120}{170^2} \cdot (170 + 50) = 69946,3\text{N} \cdot \text{mm} \quad (43)$$

$$Z_{bc} = \frac{F_{1B} \cdot a_3 \cdot a_4}{a_{c2}^2} \cdot (a_{c2} + a_4) = \frac{-162,2 \cdot 69 \cdot 166}{235^2} \cdot (235 + 166) = -13515,1\text{N} \cdot \text{mm} \quad (44)$$

$$M_1 = \frac{Z_{ba} \cdot l_1 + Z_{bc} \cdot l_2}{2 \cdot (a_{c1} + a_{c2})} = \frac{69946,3 \cdot 170 - 13515,1 \cdot 235}{2 \cdot (170 + 235)} = 10759,1\text{N} \cdot \text{mm} \quad (45)$$

Nyní, když je znám moment  $M_1$ , počítáme jako s nosníkem o dvou podporách.

$$R_A = \frac{F_{1A} \cdot x_2 - M_1}{a_{c1}} = \frac{1531,4 \cdot 120 - 10759,1}{170} = 1017,7\text{N} \quad (46)$$

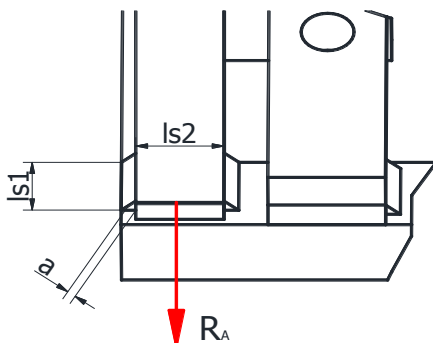
$$R_{B1} = F_{1A} - R_A = 1531,4 - 1017,7 = 513,7\text{N} \quad (47)$$

$$R_{B2} = \frac{M_1 + F_{2A} \cdot x_4}{a_{c2}} = \frac{10759,1 - 162,8 \cdot 166}{235} = -69,1\text{N} \quad (48)$$

$$R_C = F_{2A} - R_{B2} = -228,7 + 87,4 = -159,3N \quad (49)$$

$$R_B = R_{B1} + R_{B2} = 513,7 - 69,1 = 444,6N \quad (50)$$

### Kontrola svaru A



Obr.31 Svar A

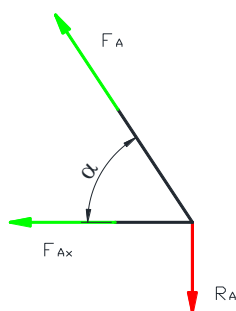
Největší zatížení připadá na první rameno. Proto zde bude zkontrolováno napětí ve svaru. Rozměry svaru jsou  $a=3,5\text{mm}$ ,  $l_{s1}=23\text{mm}$ ,  $l_{s2}=30\text{mm}$   $\sigma_{Dt}=65\text{MPa}$  dle [4]

$$S_{s1} = (l_{s2} + 2 \cdot l_{s1} - 6 \cdot a) \cdot a = (30 + 2 \cdot 23 - 6 \cdot 3,5) \cdot 3,5 = 297,5\text{mm}^2 \quad (51)$$

$$\sigma_t = \frac{R_A}{S} = \frac{1017,7}{297,5} = 3,4\text{MPa} < \sigma_{Dt} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (52)$$

### Výpočet sil v 1. rameni od síly $R_A$

Rameno svírá z horizontálou úhel  $\alpha=43^\circ$



Obr.32 Síly v rameni

$$x: F_{Ax} + F_A \cdot \cos \alpha = 0 \quad (53)$$

$$y: -R_A + F_A \sin \alpha = 0 \quad (54)$$

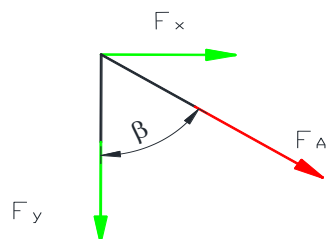
$$F_A = \frac{R_A}{\sin \alpha} = \frac{1017,7}{\sin 43^\circ} = 1492,2N \quad (55)$$

$$F_{Ax} = F_A \cdot \cos \alpha = 1492,2 \cdot \cos 43^\circ = 1091,3N \quad (56)$$



### Síly působící na svar od síly $F_A$

Rameno svírá z vertikálou úhel  $\beta=47^\circ$



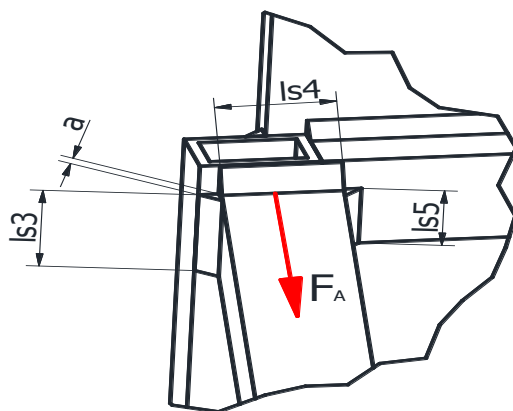
Obr.33 Síly v rameni

$$F_x = F_A \cdot \sin \beta = 1492,2 \cdot \sin 47^\circ = 1091,7 \text{ N} \quad (57)$$

$$F_y = F_A \cdot \cos \beta = 1492,7 \cdot \cos 47^\circ = 1017,6 \text{ N} \quad (58)$$

### Kontrola svaru B

Rozměry svaru:  $l_{s3}=27\text{mm}$ ,  $l_{s4}=30\text{mm}$ ,  $l_{s5}=6\text{mm}$ ,  $a=3,5\text{mm}$



Obr.34 Svar B

$$S_{s2} = (l_{s3} + l_{s4} + l_{s5} - 6 \cdot a) \cdot a = (27 + 30 + 5 - 6 \cdot 3,5) \cdot 3,5 = 143,5 \text{ mm}^2 \quad (59)$$

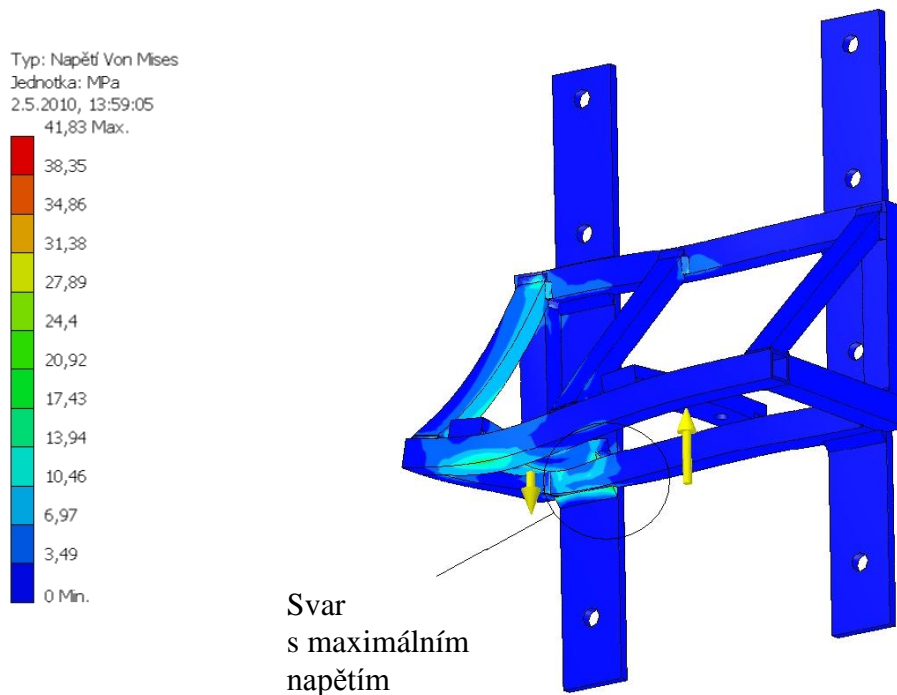
$$\sigma_t = \frac{F_x}{S} = \frac{1091,7}{143,5} = 7,6 \text{ MPa} \quad (60)$$

$$\tau_s = \frac{F_y}{S} = \frac{1017,6}{143,5} = 7,1 \text{ MPa} \quad (61)$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_t^2 + 3 \cdot \tau_s^2} = \sqrt{7,6^2 + 3 \cdot 7,1^2} = 15,1 \text{ MPa} < \sigma_{Dt} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (62)$$

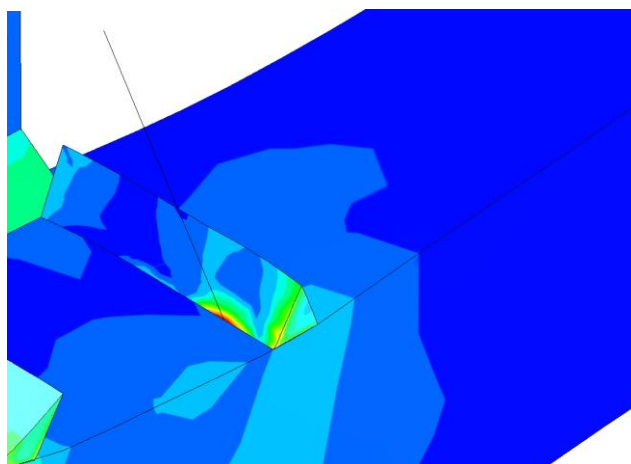
## 6.9 Kontrola konzoly metodou MKP

Pomocí metody konečných prvků jsou kontrolovány ostatní svary konzoly.



Obr.35 Místo maximálního napětí konzoly

napětí 41.83 MPa



Obr.36 Napětí ve svaru konzoly

Po odstranění nosné tyče je vidět místo maximálního napětí (obr.36). Maximální napětí dosahuje hodnoty 41,83 MPa, pouze v malé lokální části svaru. Na ostatních místech je napětí mezi 10 a 20 MPa. Jedná se tedy pouze o lokální výskyt zvýšeného napětí a součást vyhovuje dovolenému napětí 65 MPa v tahu dle [4].

## 7 Závěr

Výsledkem teoretické části práce je rešerše různých druhů plošin dostupných na českém trhu, používaných k přepravě osob a materiálu. Rešerše je zaměřená zejména na rozdíly v konstrukci a způsobu pohonu plošin. Dále je v této části výběr z normy ČSN EN 9386 týkající se všeobecných požadavků na zdvižné plošiny.

Výsledkem praktické části práce je návrh zdvižné plošiny se šikmou drahou o nosnosti 150 kg používané převážně k přepravě čistícího zařízení podlah, mezi přízemím a prvním patrem. Plošina je poháněna zakoupeným, sériově vyráběným, lanovým navijákem o nosnosti 500 kg při použití vyrovnávací kladky. Rychlost zdvihu plošiny bude  $5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Po konstrukčním rozpracování dvou variant byla vybrána varianta druhá, tedy varianta sklopné plošiny. Tato varianta umožňuje parkování plošiny jak v přízemí, tak v prvním patře objektu. Nutnost šikmé dráhy si vyžádala stavební dispozice, kdy vstupní dveře k plošině v prvním patře jsou posunuty nad schodiště o šířku překladu. Překlad znemožnil zkonstruovat kolmou dráhu plošiny. Pro vedení plošiny jsou použity dvě lineární vedení firmy Rollon. Levé lineární vedení je přesné, zajišťující přesné vedení plošiny. Pravé lineární vedení slouží k zamezení pootočení plošiny. Zdvižná plošina byla navržena a následně pevnostně zkontrolována. Ke kontrole složitě namáhaných částí byla použita metoda konečných prvků, kde je vidět průběh napětí.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] Janovský L., Doležal J. : *Výtahy a eskalátory* –SNTL 1980
- [2] Kříž R., Vávra P. : *Strojírenská příručka* – 3 svazek –Scientia 1993
- [3] Kříž R. a kolektiv: *Stavba a provoz strojů I*– SNTL 1977
- [4] Leinvéber J., Vávra P. : *Strojnické tabulky* – Albra – pedagogické nakladatelství  
2003
- [5] Michalec J. a kolektiv – Pružnost a pevnost I –ČVUT 2006
- [6] Norma ČSN EN 9386
- [7] Pešík L. : *Části strojů* – stručný přehled-Technická univerzita v Liberci 2008

## 9 Seznam internetových zdrojů

- [8] <http://www.ferrona.cz>
- [9] <http://fast10.vsb.cz/randyskova/SSKI.html> - 9 cvičení
- [10] <http://www.rothlehner.cz>
- [11] <http://www.rollon.cz>
- [12] <http://www.statech.cz>
- [13] <http://www.quido.cz/objevy/vytah.htm>
- [14] <http://www.manuspv.cz>
- [15] <http://www.eurolift.cz/>

## 10 Seznam obrázků

Obr.1	Nůžková plošina .....	- 13 -
Obr.3	Teleskopická samohybná plošina .....	- 14 -
Obr.4	Přívěsná plošina .....	- 14 -
Obr.5	Speciální plošina.....	- 15 -
Obr.6	Sloupová plošina.....	- 15 -
Obr.7	Nůžkový zvedák .....	- 16 -
Obr.8	Plošina s malým zdvihem.....	- 17-
Obr.9	Plošina s velkým zdvihem .....	- 17 -
Obr.10	Uchycení plošiny.....	-18-
Obr.11	Lano s kuličkami .....	- 18 -
Obr.12	Schodišťová plošina s ozubeným pastorkem.....	- 18 -
Obr.13	Kolejnice pro pohon ozubeným pastorkem.....	- 18 -
Obr.14	Závěsná plošina .....	- 19 -
Obr.15	Schodiště.....	- 23 -
Obr. 16	Varianta č.1 .....	- 24 -
Obr.17	Varianta č.2.....	- 25 -
Obr.18	Schéma pro výpočet čepu na střih .....	- 28 -
Obr.19	Schéma plošiny pro výpočet na ohyb .....	- 29 -
Obr.20	Silové působení na kolejnici .....	- 30 -
Obr.21	Silové působení při přetržení lana .....	- 31 -
Obr.22	Schéma plošiny boční pohled .....	- 32 -
Obr.23	Místo maximálního napětí uložení čepů.....	- 33 -
Obr.24	Napětí ve svaru uložení čepu.....	- 34 -
Obr.25	Místo maximálního napětí bezpečnostní zarážky.....	- 35 -
Obr.26	Napětí bezpečnostní zarážky ve svaru.....	- 35 -
Obr.27	Reakční síly na naviják.....	- 36 -
Obr.28	Síly v základně konzoly.....	- 37 -
Obr.29	Obecný nosník třímomentové rovnice.....	- 37 -
Obr.30	Zatížení ramen .....	- 38 -
Obr.31	Svar A .....	- 39 -
Obr.32	Síly v rameni.....	- 39 -
Obr.33	Síly v rameni.....	- 40 -
Obr.34	Svar B .....	- 40 -
Obr.35	Místo maximálního napětí konzoly .....	- 41 -
Obr.36	Napětí ve svaru .....	- 41 -



## Seznam příloh

**Tabulka 1.** Třímomentová rovnice - případy zatěžování

**Příloha 1.** Uchycení plošiny

**Příloha 2.** Plošina - pohled z vrchu

**Příloha 3.** Pohled na plošinu

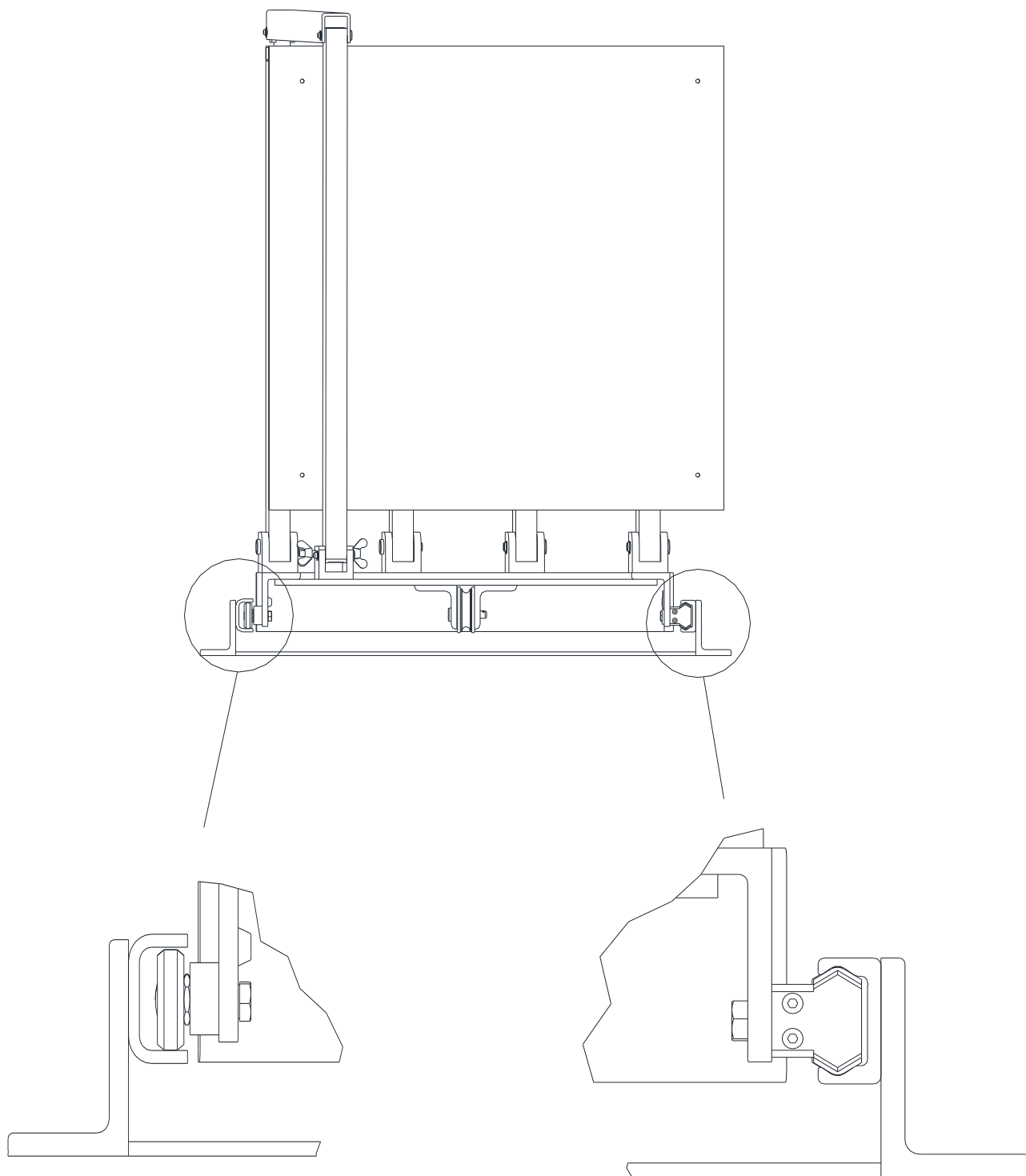
**Příloha 4.** Plošina v prvním patře

**Příloha 5.** Plošina v přízemí

**Tabulka 1. Třímomentová rovnice - případy zatěžování**

Zatěž. případ	Zatížení	$Z_{ab}$	$Z_{ba}$
1		$\frac{Fab}{l^2}(l+b)$	$\frac{Fab}{l^2}(l+a)$
2		$\frac{3Fa}{l}(l-a)$	$\frac{3Fa}{l}(l-a)$
3		lichý počet břemen $(2n-1)$ $Fa\left(n^2 - \frac{1}{4}\right)$	lichý počet břemen $(2n-1)$ $Fa\left(n^2 - \frac{1}{4}\right)$
4		sudý počet břemen $(2n)$ $Fan(n+1)$	sudý počet břemen $(2n)$ $Fan(n+1)$
5		$\frac{M}{l^2}(l^2 - 3b^2)$	$\frac{M}{l^2}(3a^2 - l^2)$
6		$2M_1 + M_2$	$M_1 + 2M_2$
7		$\frac{qbc}{4l^2}[4(l^2 - b^2) - c^2]$	$\frac{qac}{4l^2}[4(l^2 - a^2) - c^2]$
8		$\frac{qb^2}{4l^2}(2l^2 - b^2)$	$\frac{qb^2}{4l^2}(l+a)^2$
9		$\frac{qa^2}{4l^2}(l+b)^2$	$\frac{qa^2}{4l^2}(2l^2 - a^2)$
10		$\frac{qa^2}{2l}(3l-2a)$	$\frac{qa^2}{2l}(3l-2a)$
11		$\frac{1}{4}ql^2$	$\frac{1}{4}ql^2$
12		$\frac{7}{60}ql^2$	$\frac{8}{60}ql^2$
13		$\frac{5}{32}ql^2$	$\frac{5}{32}ql^2$

## Příloha 1. Uchycení plošiny

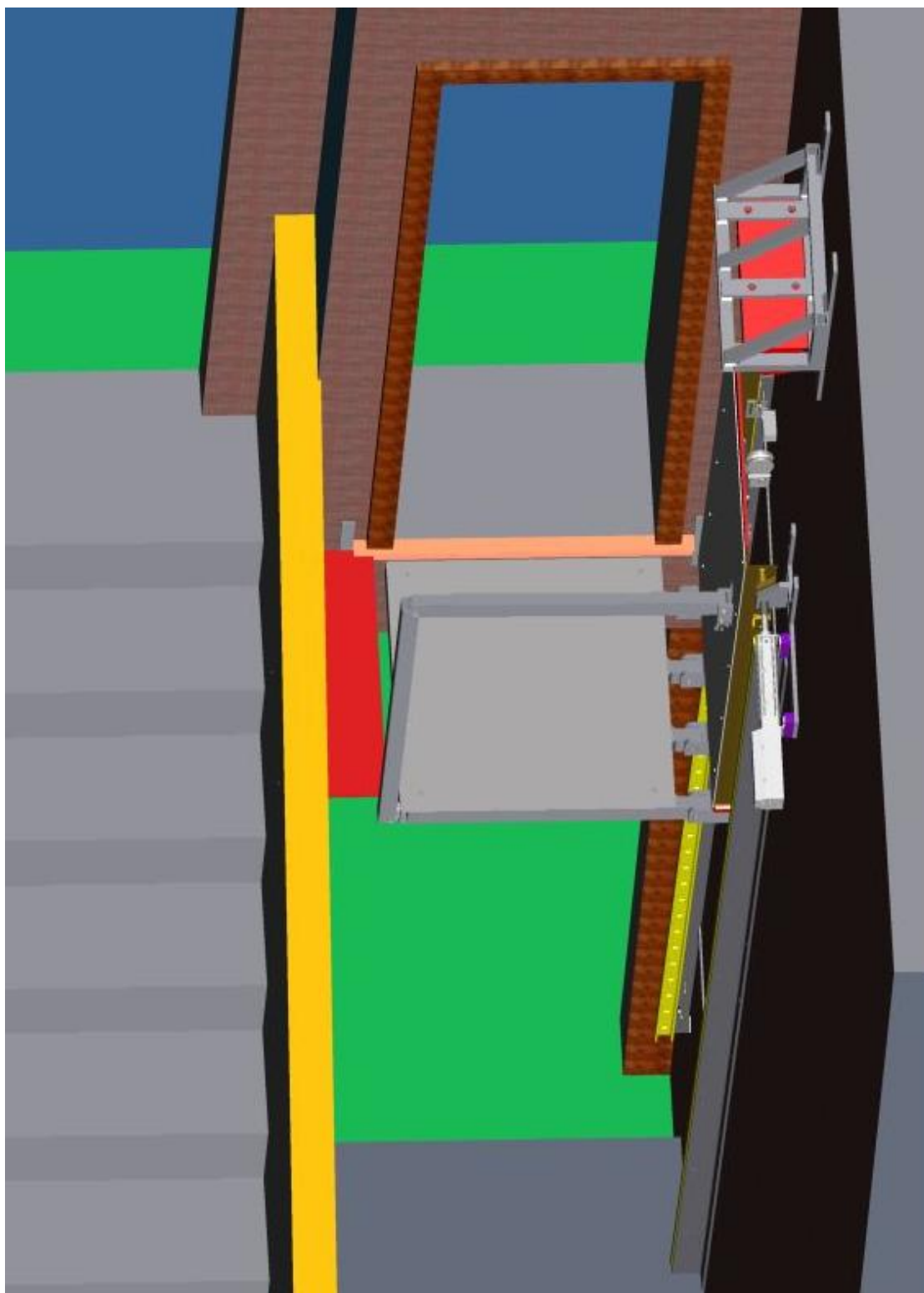


**Pravá vodící kolejnice**

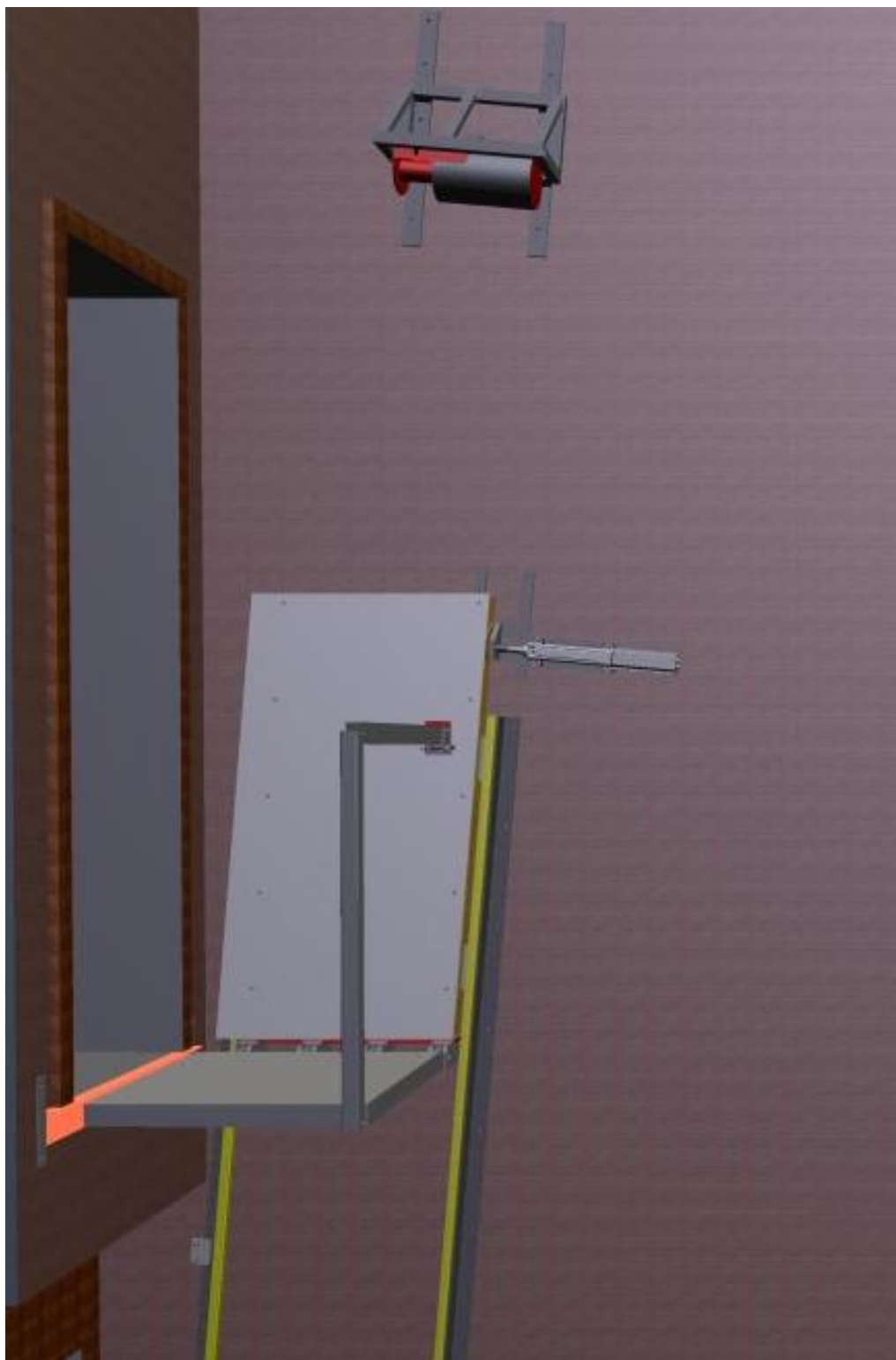
**Levá vodící kolejnice přesná**

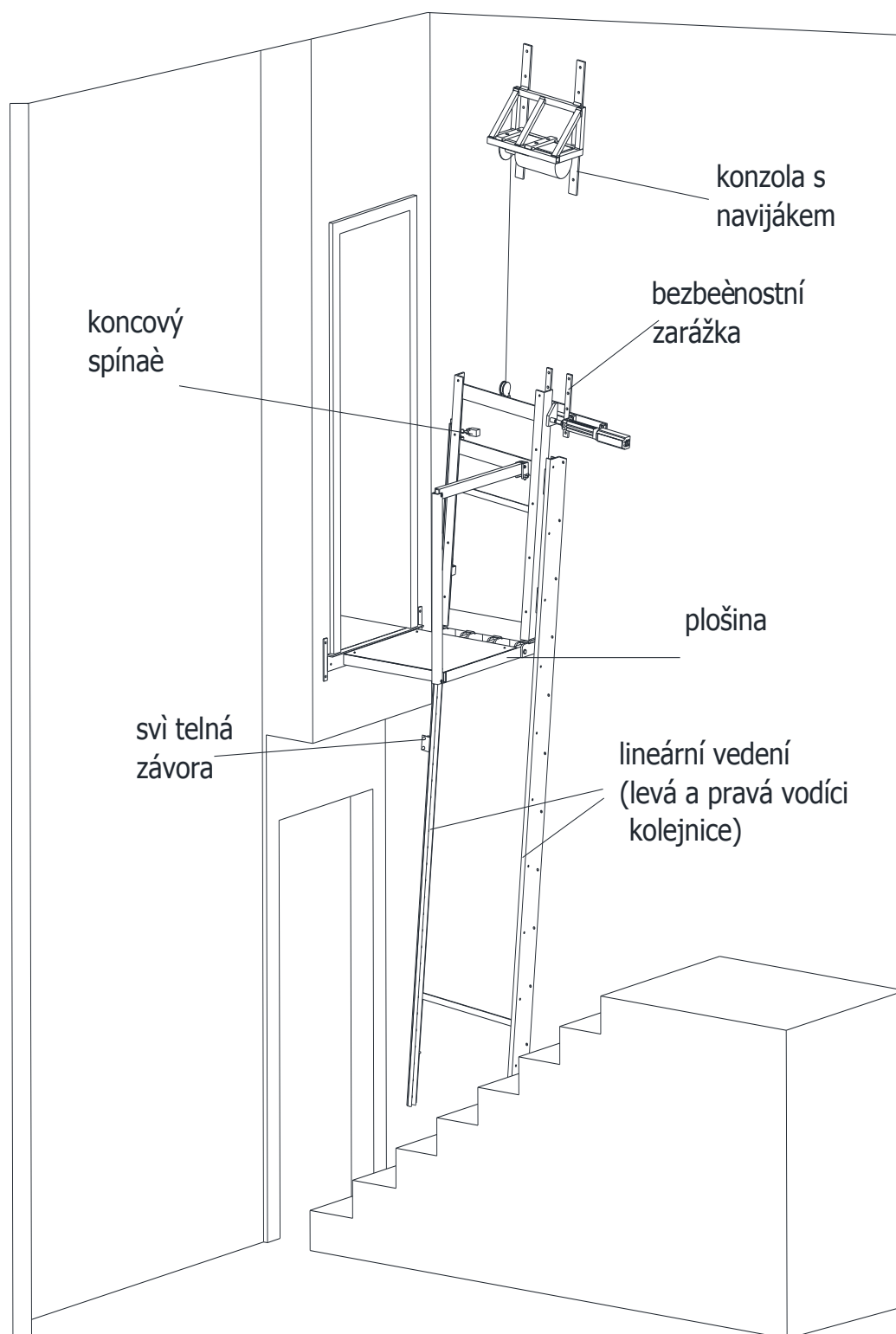


**Příloha 2. Plošina - pohled z vrchu**

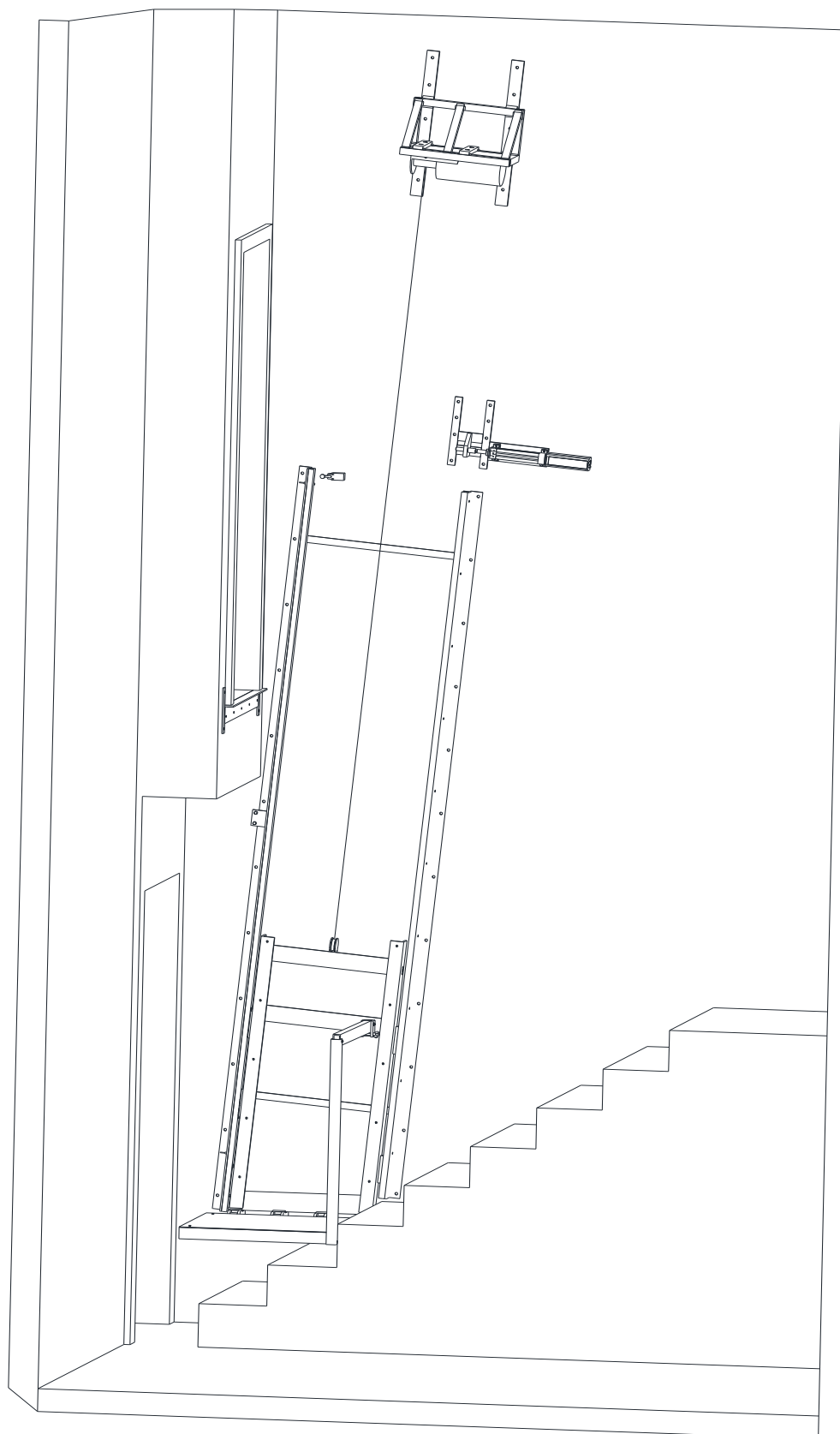


**Příloha 3. Pohled na plošinu**

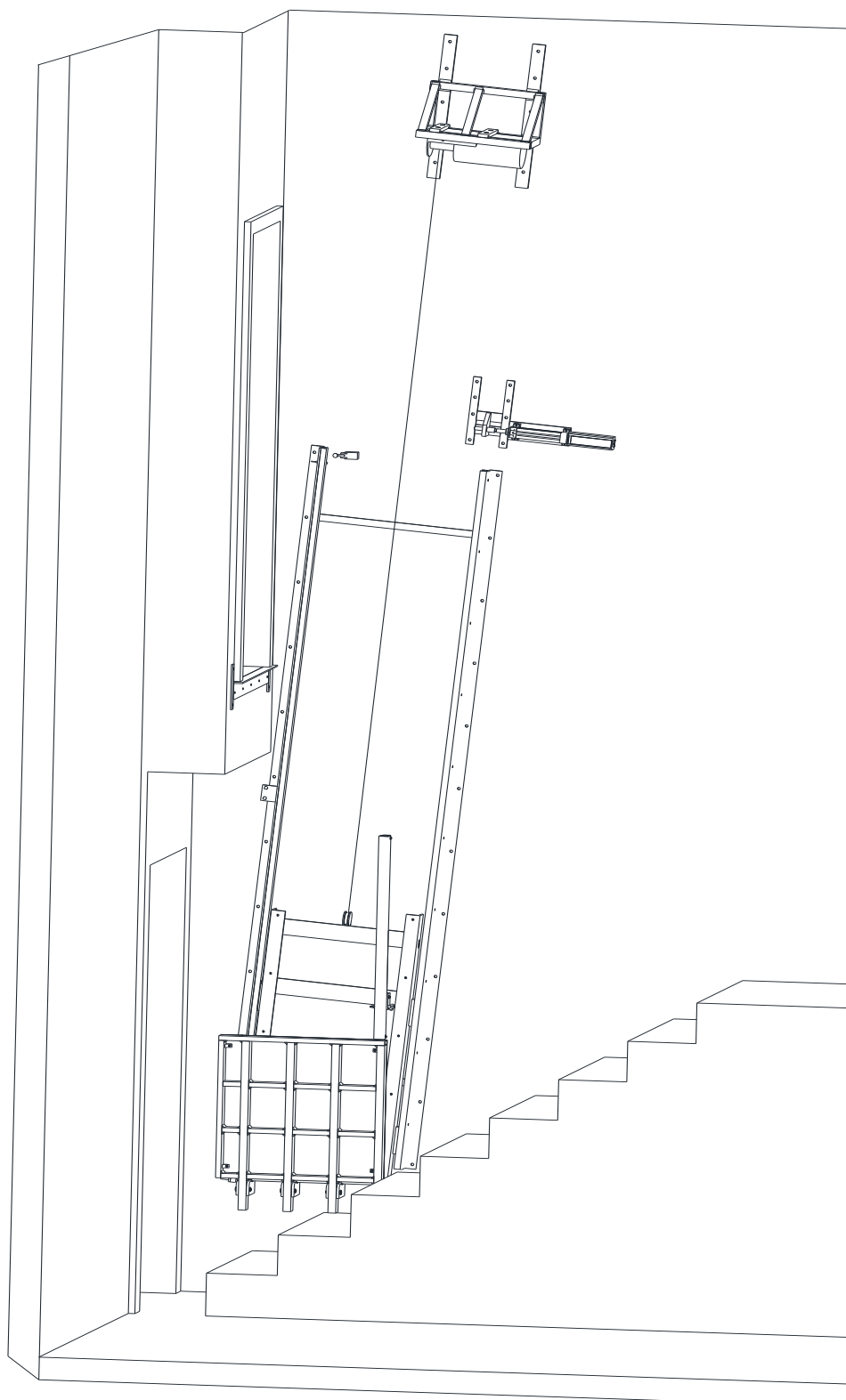


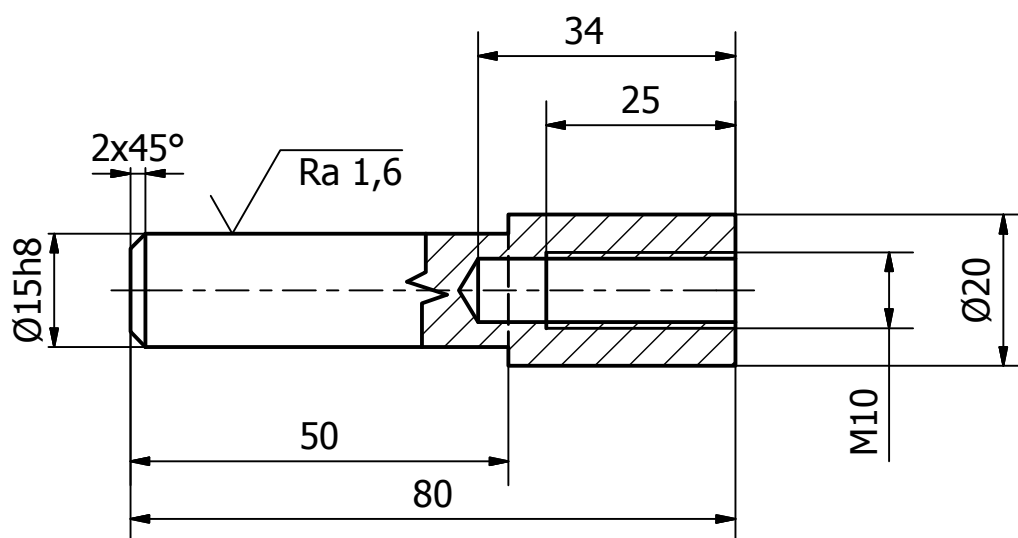
**Příloha 4. Plošina v prvním patře**

## Příloha 5. Plošina v přízemí



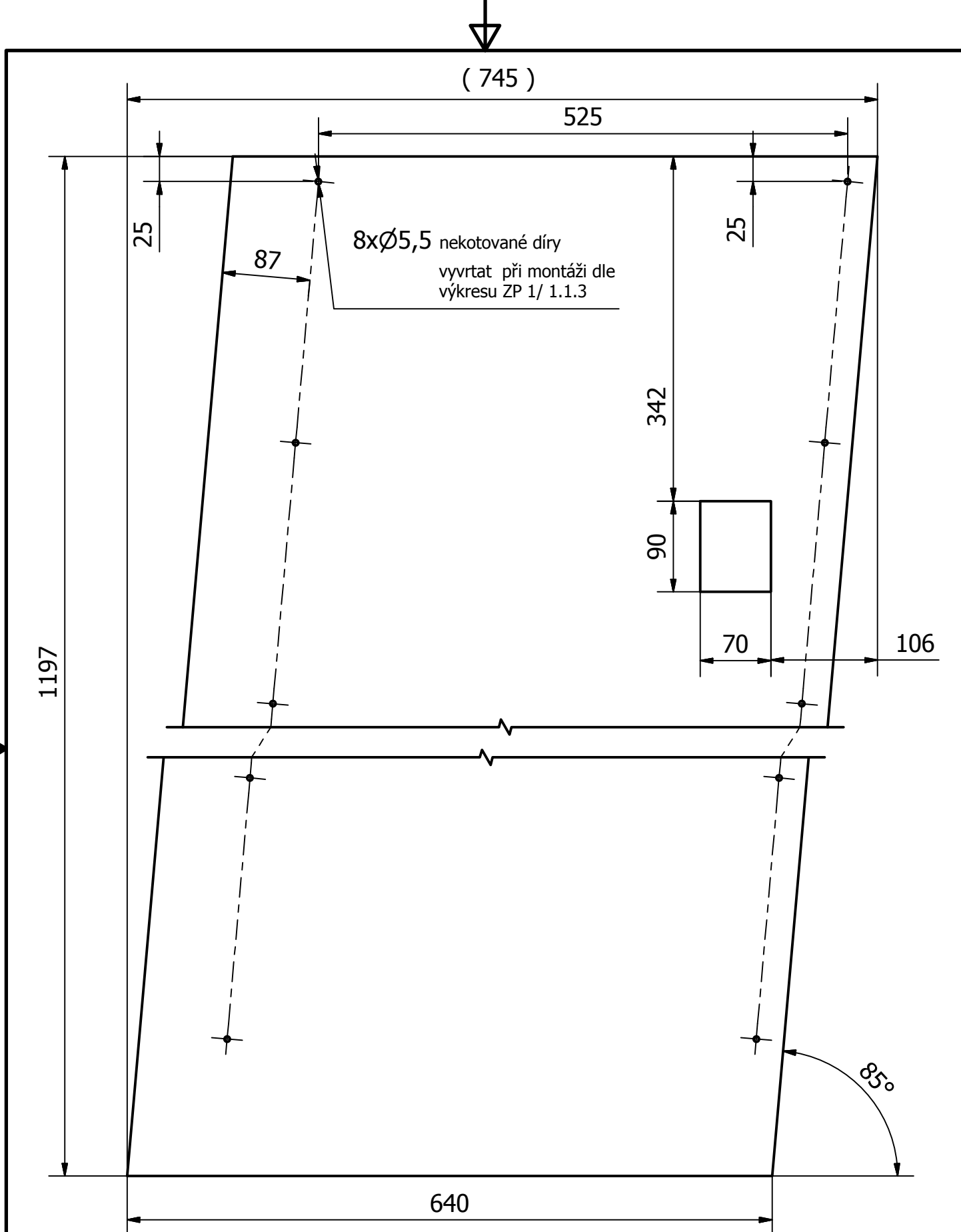
**Příloha 6. Plošina sklopená v parkovací poloze**



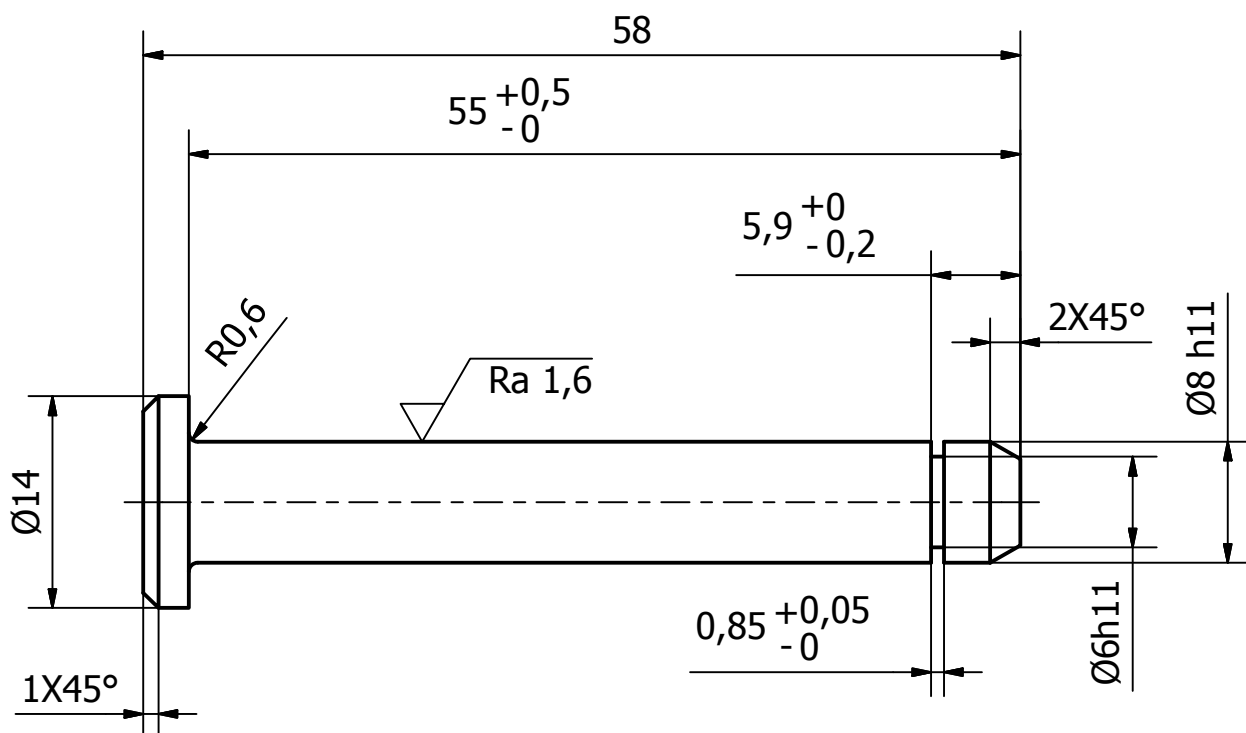


$\sqrt{Ra\ 3,2}$ 
 $\left( \sqrt{Ra\ 1,6} \right)$

Materiál 11 500	Polotovár KR 22 ČSN 42 5510		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,13	Měřítka  1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne Datum	Datum 18.5.2010		
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název BEZPEČNOSTNÍ KOLÍK		
			Číslo výkresu ZP 1 / 0-8.4		Vydání  List 9\31



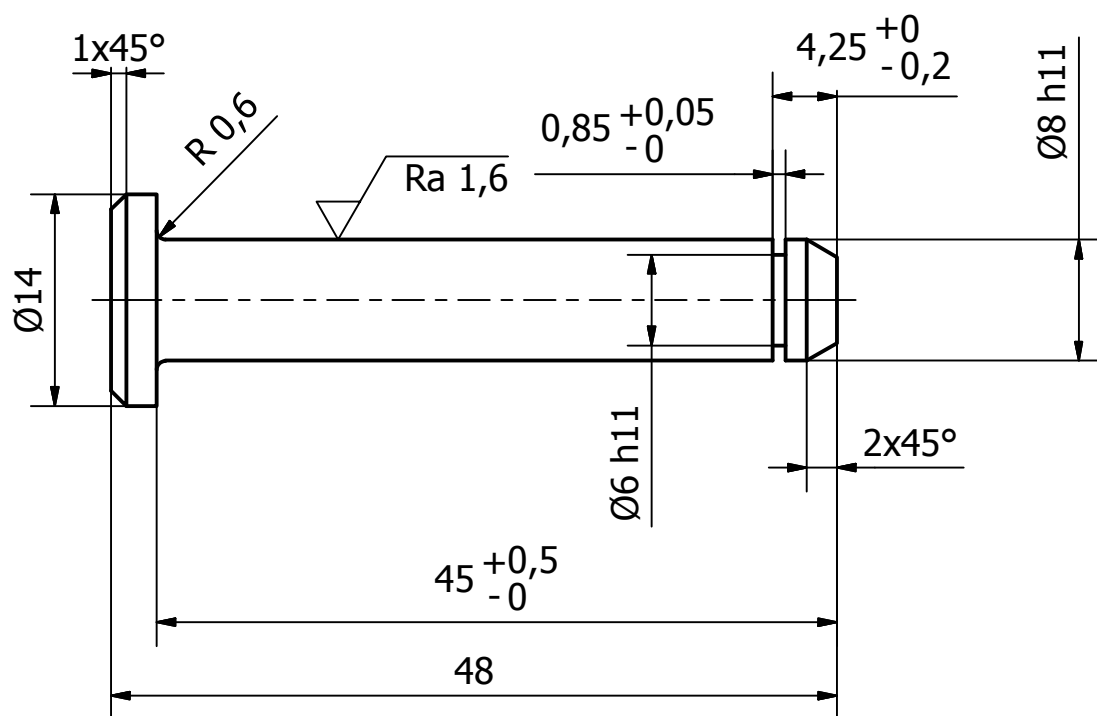
Materiál PVC	Polotovar 760x1220x3	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 3,2	Měřítko 1:5
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum	Datum 16.5.2010
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název BOČNÍ DESKA		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP1/1-2.4		Vydání List 16/31



$\nabla$   $Ra 3,2$  (  $\nabla$   $Ra 1,6$  )

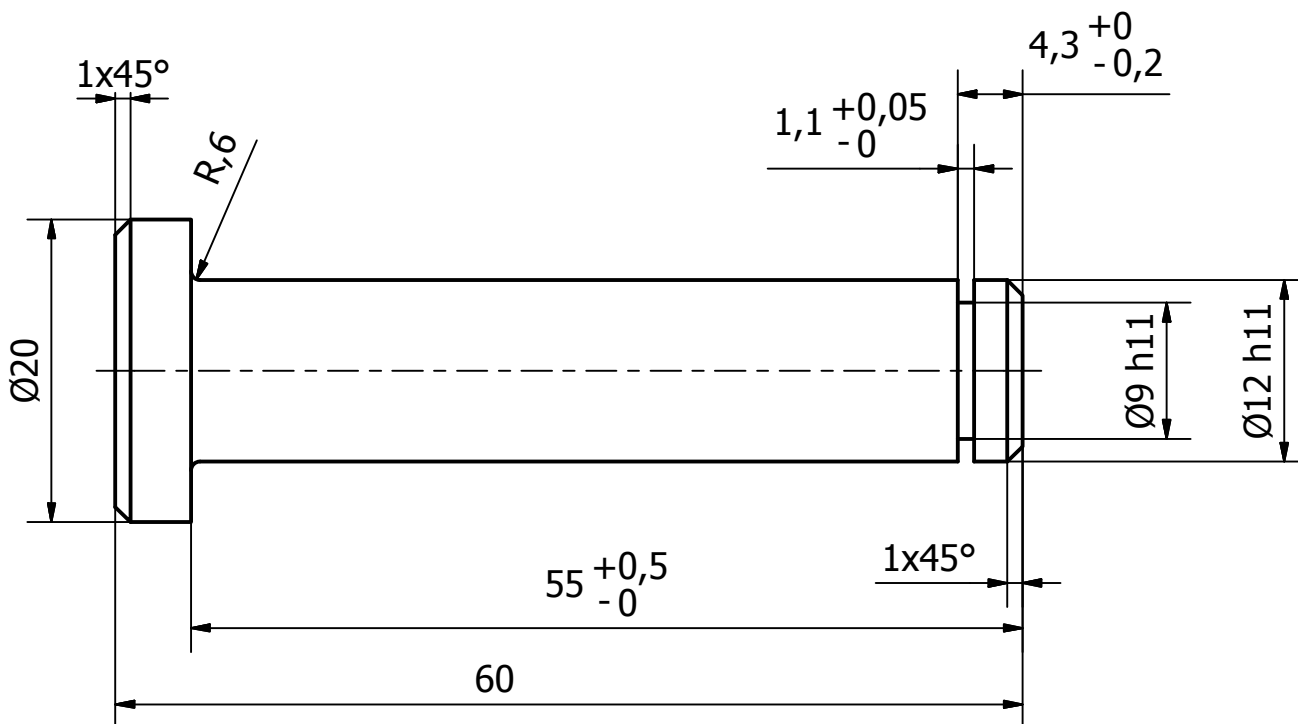
Materiál 11 373	Polotovár KR 16 ČSN 425510		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,025	Měřítko  2:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum	Datum 16.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název  ČEP DLOUHÝ		
			Číslo výkresu ZP 1 / 1-7.4		Vydání





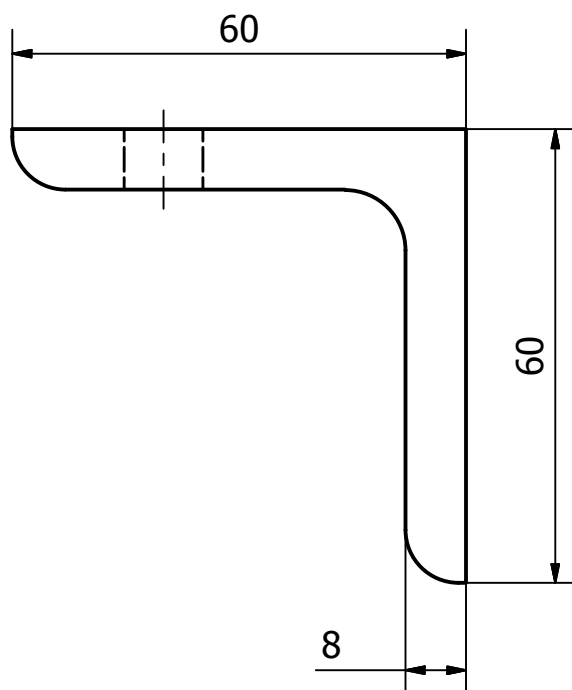
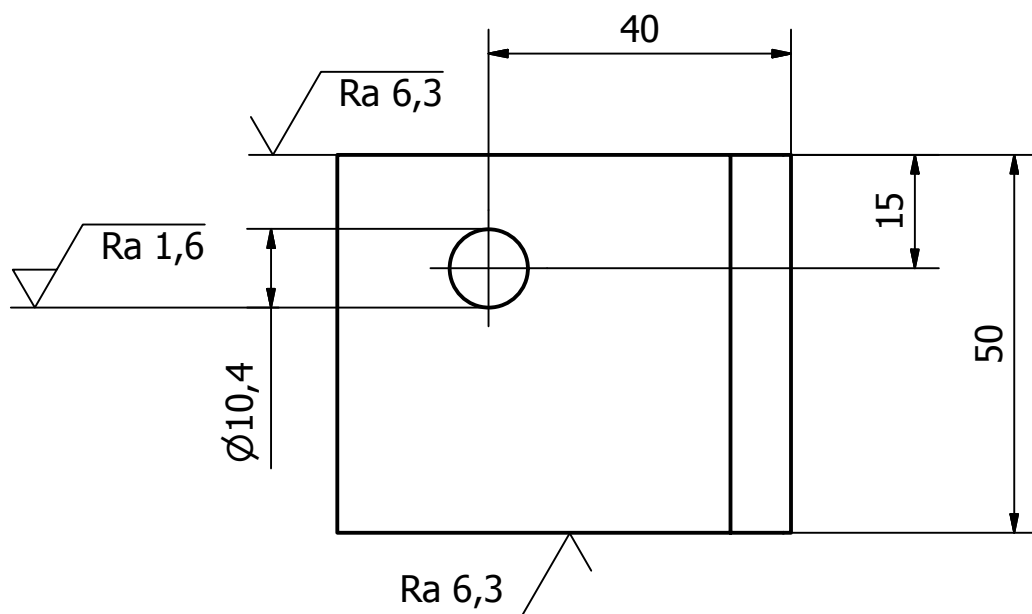
$Ra 3,2$  ( $Ra 1,6$ )

Materiál 11 373	Polotovár KR 16 ČSN 42 5510	Počet kusů 2	Hmotnost ( kg ) 0.021	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 16.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název ČEP KRÁTKÝ		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 1-6.4	Vydání	List 20/31



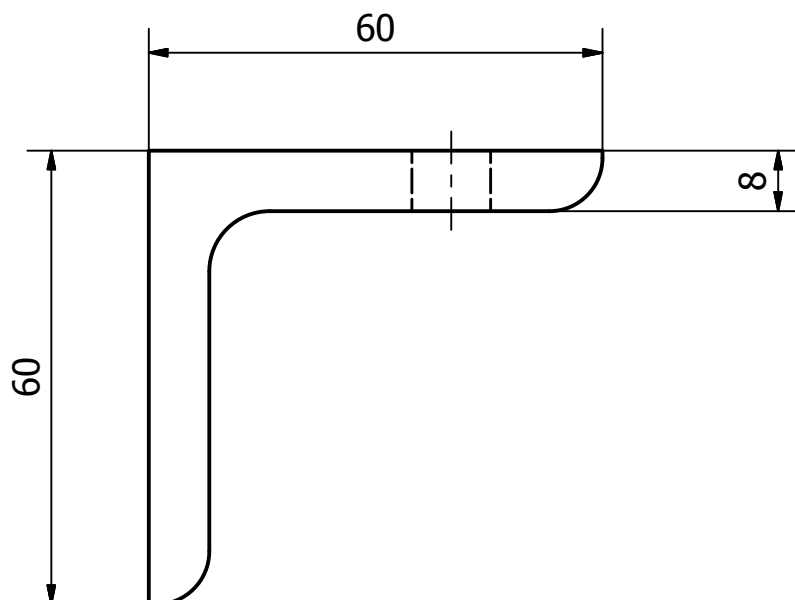
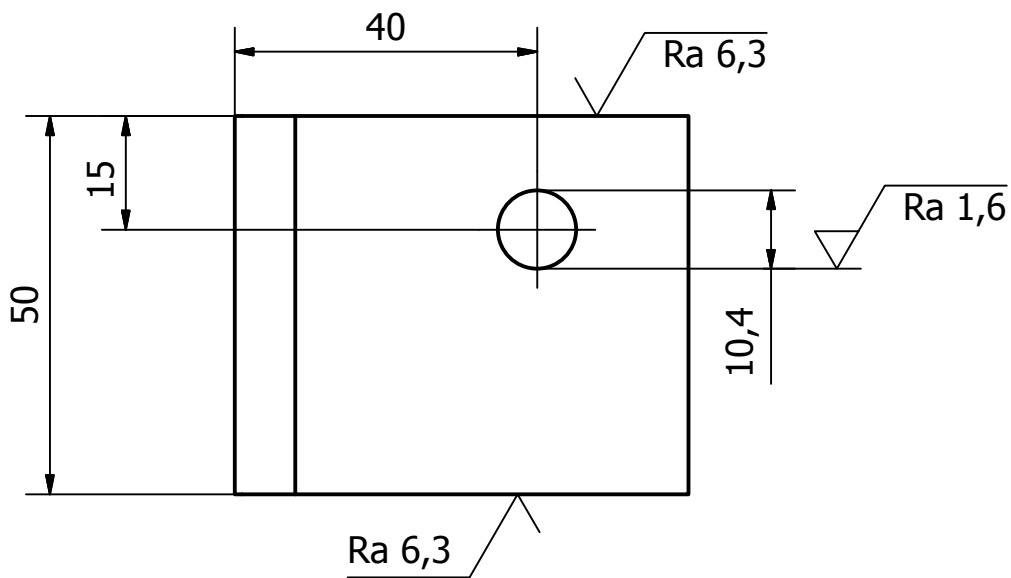
$\sqrt{\text{Ra } 3,2}$

Materiál 11 500	Polotovar KR 22 ČSN 42 5510.0		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,06	Měřítko  2:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne Datum	Datum 16.5.2010		
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název ČEP		
			Číslo výkresu ZP 1 / 1-8.4		Vydání List 22/31



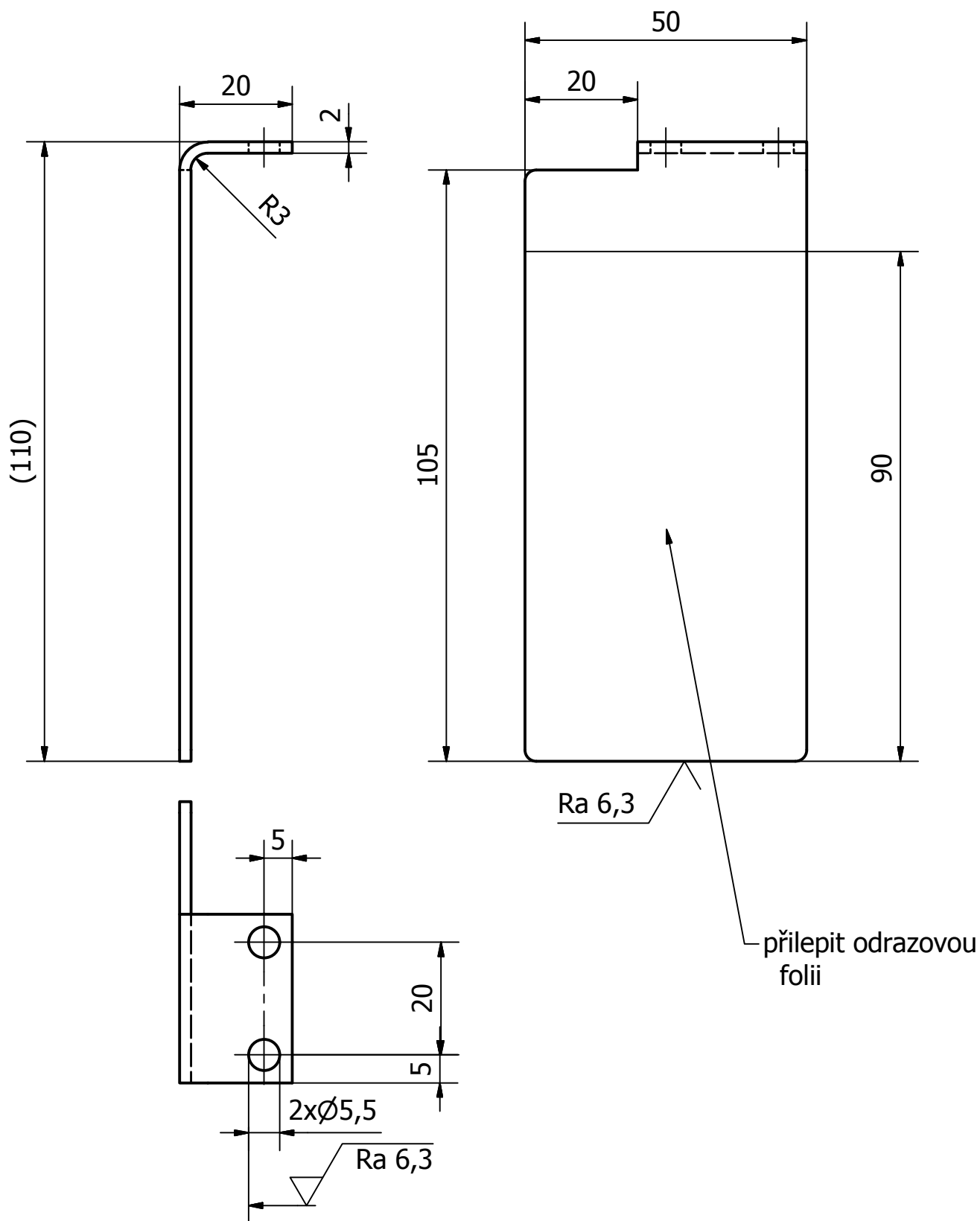
✓ ( ✓ )

Materiál 11 375	Polotovar L 60x8 ČSN EN 10025-2	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,344	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 18.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název DRŽÁK KLDKY LEVÝ		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 1.1-7.4	Vydání	List 29/31



✓ ( ✓ )

Materiál 11 375	Polotovár L 60x8 ČSN EN 10025-2	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,344	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 15.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název DRŽÁK KLDKY PRAVÝ		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 1.1-6.4	Vydání	List 30/31



1) Rozvinutá délka 131mm

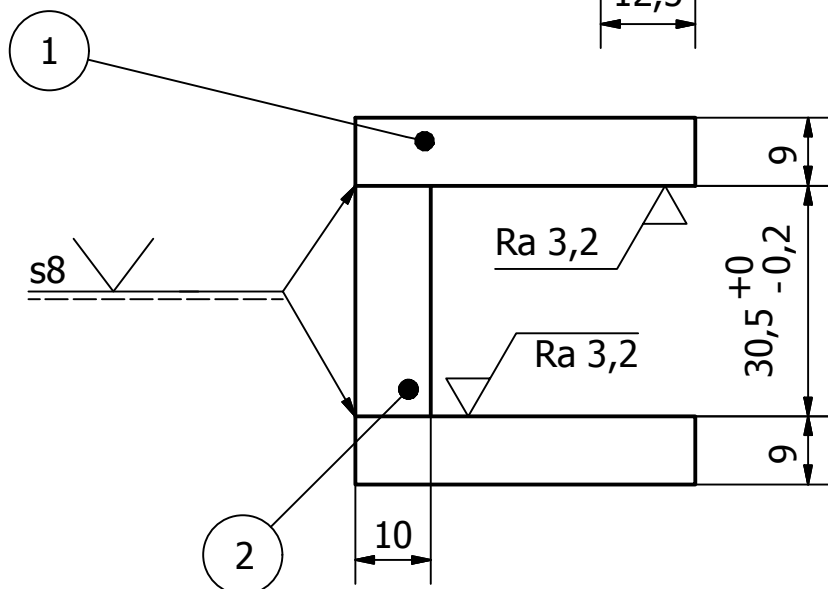
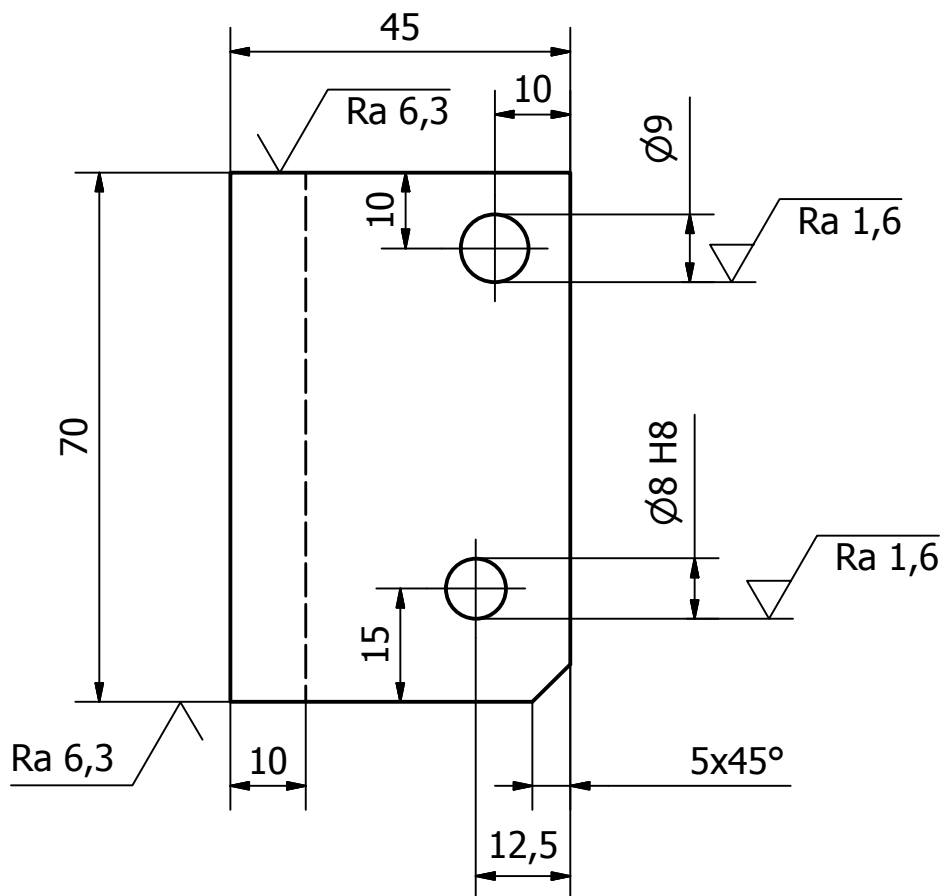
2) Nekótované rádiusy:  $R_2$

✓ (✓)

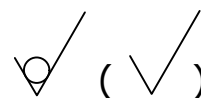
Materiál 11 373	Polotovár P 2-50X131 ČSN 42 5301	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,092	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 25.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název DRŽÁK ODRAZKY		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 0-12.4	Vydání	List 13/31

# KUSOVNÍK

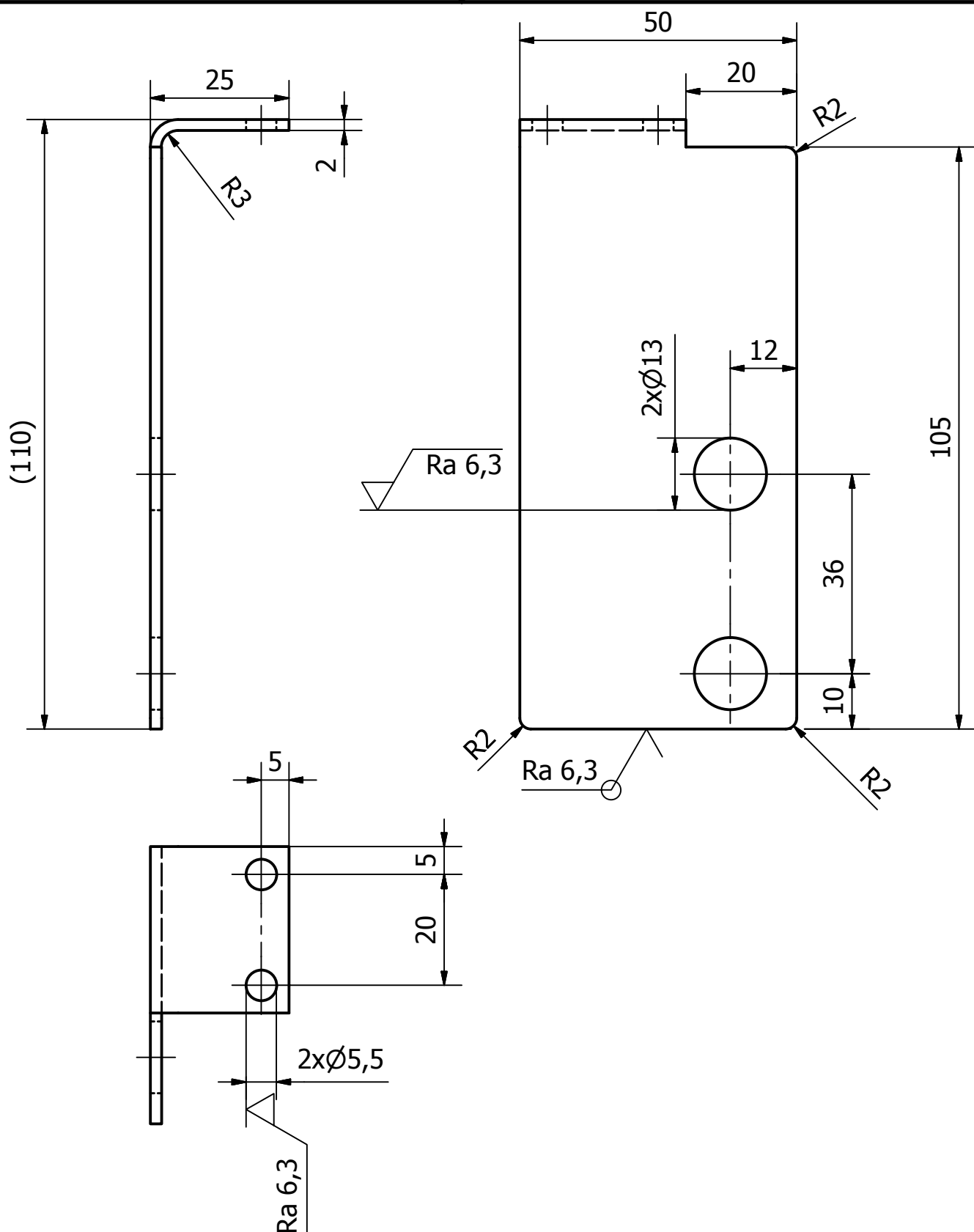
POZICE	NÁZEV	POLOTOVAR		MATERIÁL	KS
1	bok držáku opěry	PLO 45X10-72	ČSN EN 10278	11 375	2
2	rozpěrná tyč opěry	PLO 35X10-72	ČSN EN 10278	11 375	1



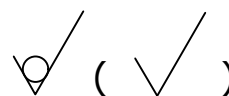
Díry vrtat po svaření



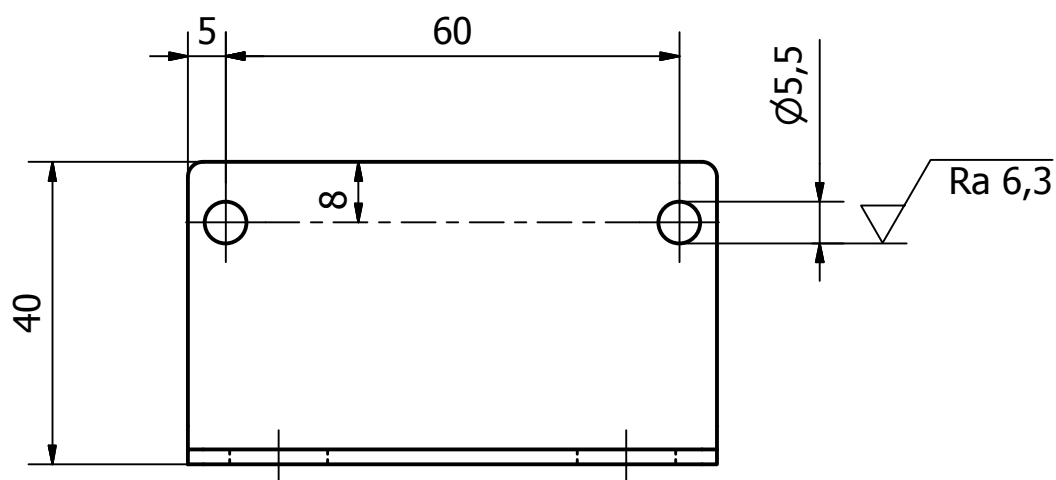
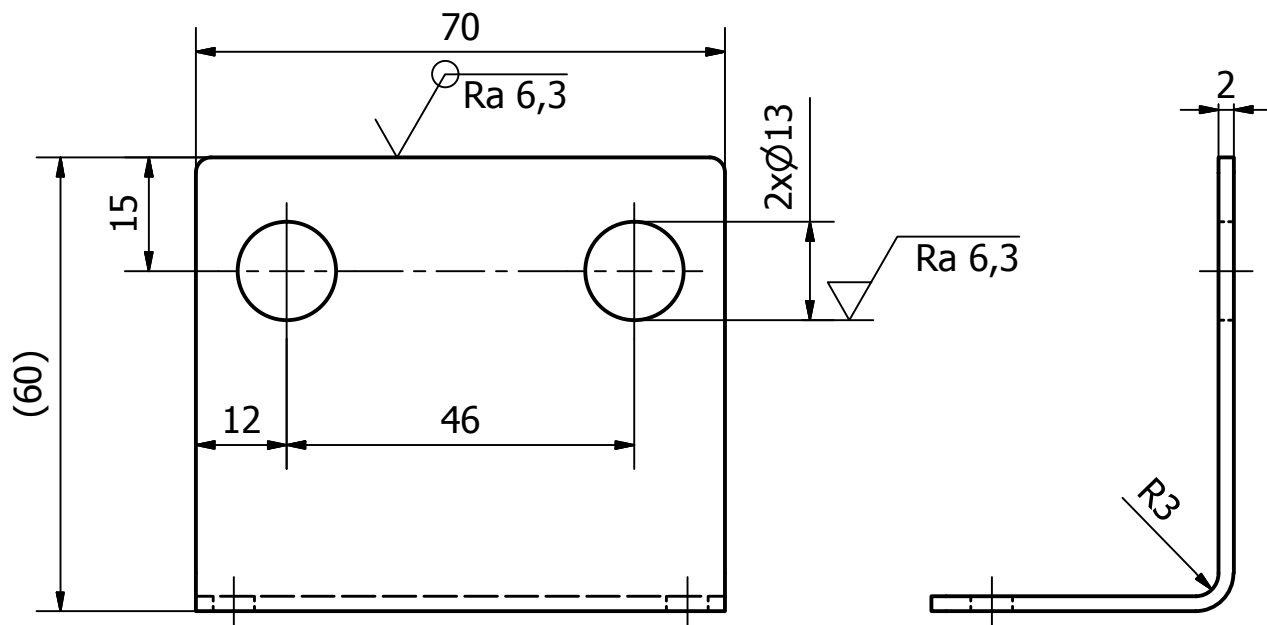
Materiál	Polotovár	Počet kusů	Hmotnost ( kg )	Měřítko
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	1	0,598	1:1
Schválil - dne		Datum	Datum	
18.5.2010				
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název		
FAKULTA STROJNÍ		DRŽÁK OPĚRY		
		Číslo výkresu	Vydání	List
		ZP 1 / 1.1-8.4		28/31



Rozvinutá délka 131mm



Materiál 11 375	Polotovar P 2-131x50 ČSN 42 5301	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,09	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 25.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název DRŽÁK OPTIKÉ ZÁVORY 2		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 0-11.4	Vydání	List 12/31



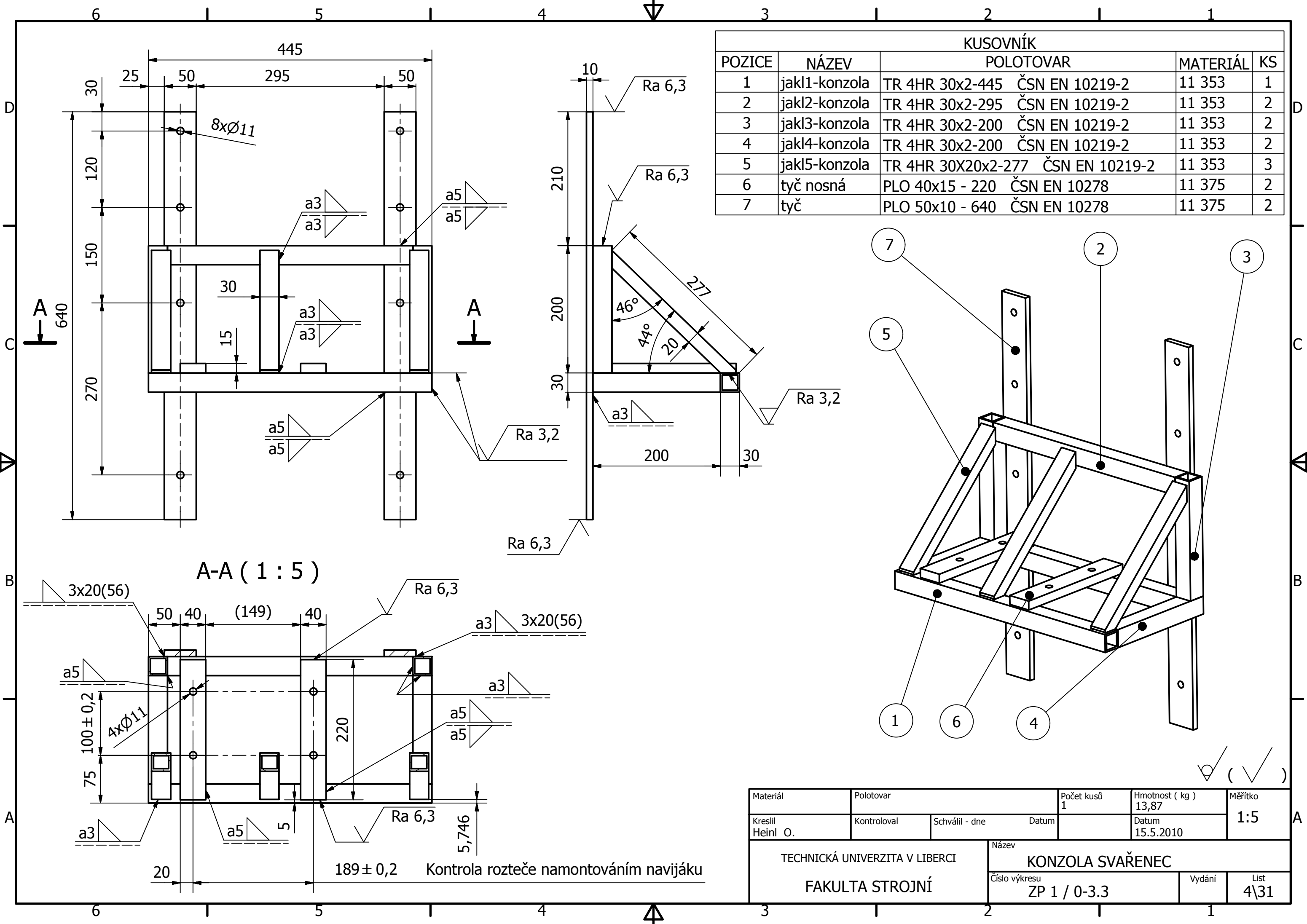
1) Rozvinutá délka 96mm

2) Nekotované radiusy: R2

✓ (✓)

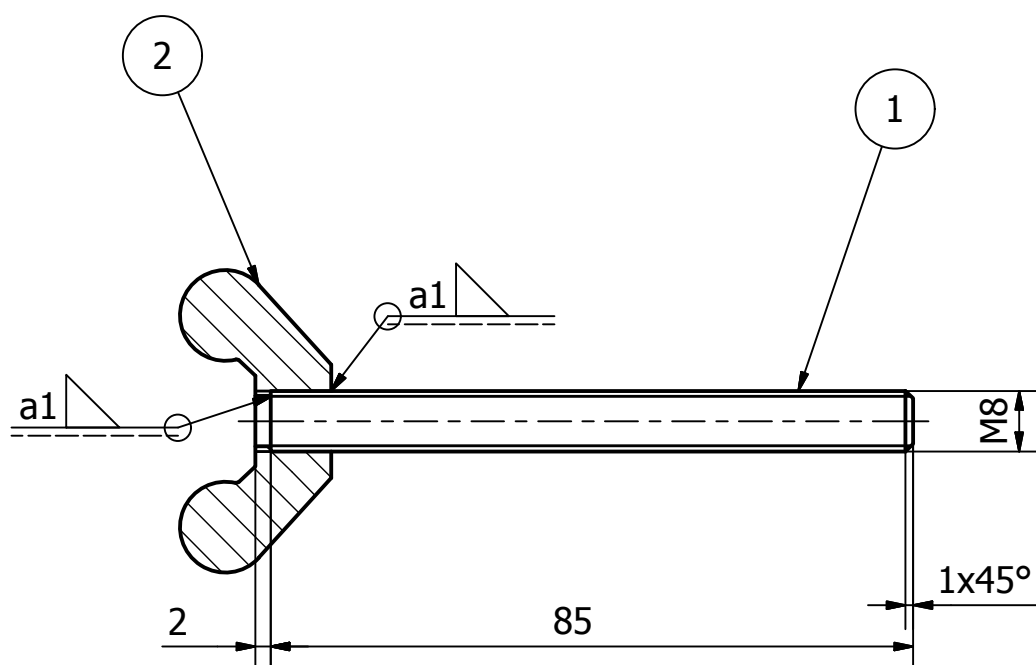
Materiál 11 373	Polotovár P 2-40x96 ČSN 42 5301	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,101	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 25.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název DRŽÁK OPTICKÉ ZÁVORY		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 0-10.4	Vydání	List 11/31





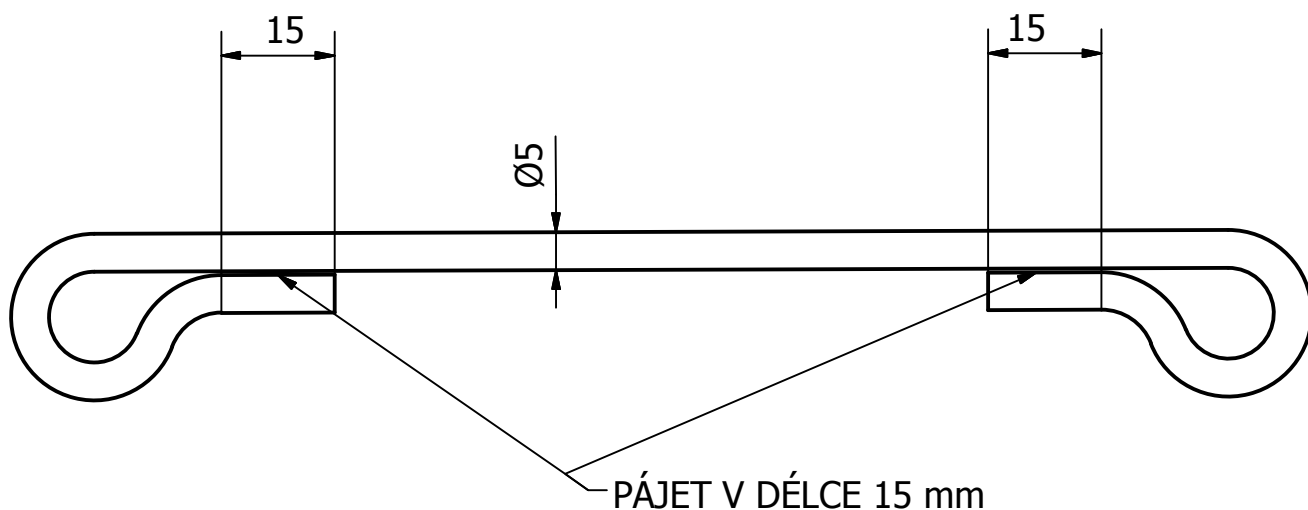


KUSOVNÍK					
POZICE	NÁZEV	POLOTOVAR		MATERIÁL	KS
1	závitová tyč	ZÁVITOVÁ TYČ M8-87	DIN 975	11 373	1
2	křídlatá matice	MATICE M8	ČSN 02 1665	-	1



Materiál	Polotovar		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,05	Měřítko  1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne  Datum	Datum 16.5.2010		
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název  KŘÍDLATÝ ŠROUB		
			Číslo výkresu ZP 1 / 1-10.4	Vydání	List 23/31



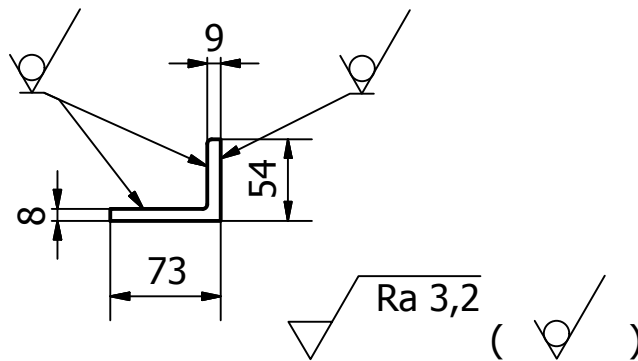


Lanko odměřit po sestavení a sklopení  
plošiny-délka přibližně 260mm.

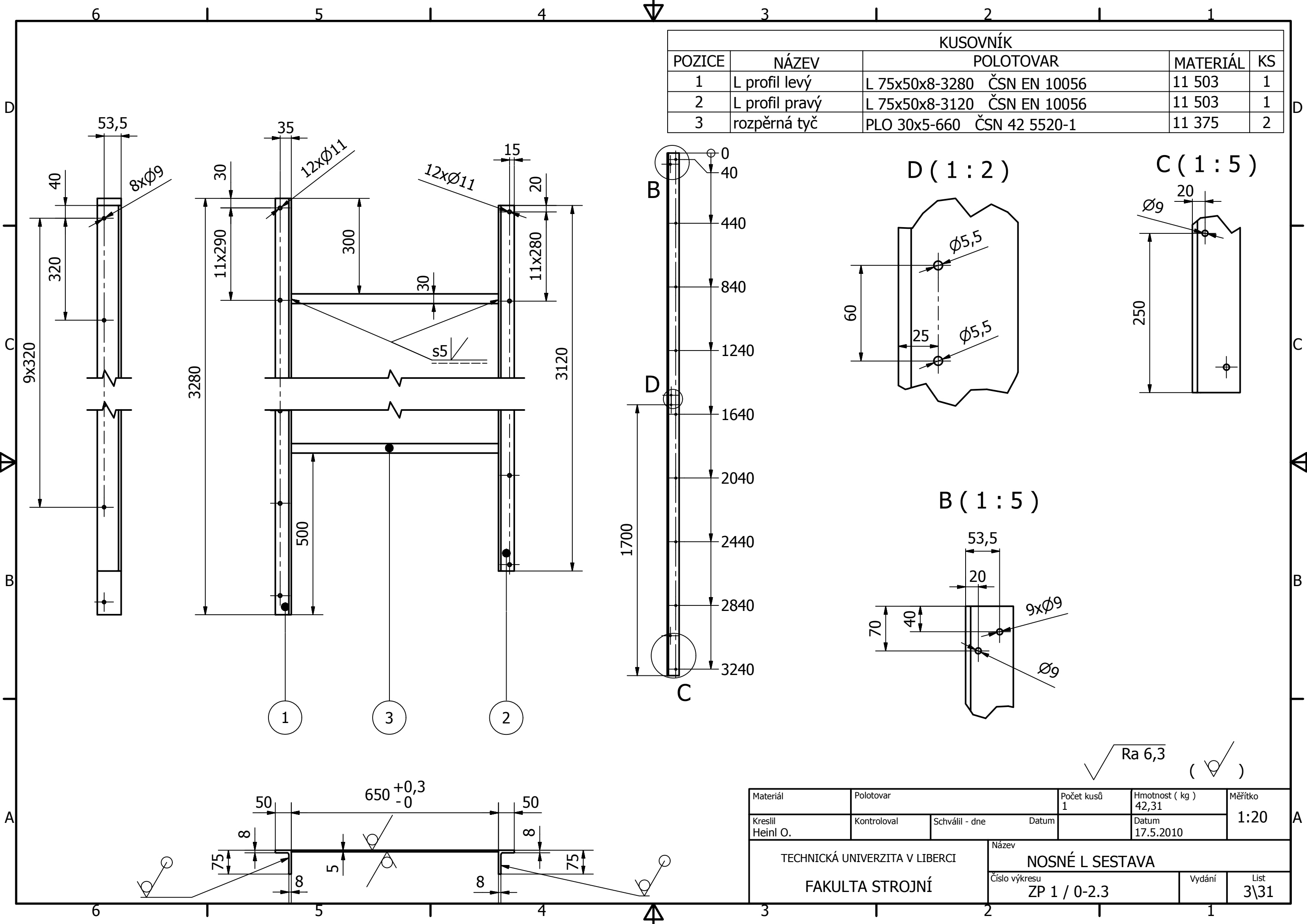
Vytvořit oka pro křídlatý šroub M8 spájením konců  
v délce 15mm

Materiál	Polotovar LANO 5 - ČSN 02 4322		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 0,043	Měřítko  1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne  Datum	Datum 25.5.2010		
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název  LANO		
			Číslo výkresu ZP1/ 1-10.4	Vydání	List 31/31



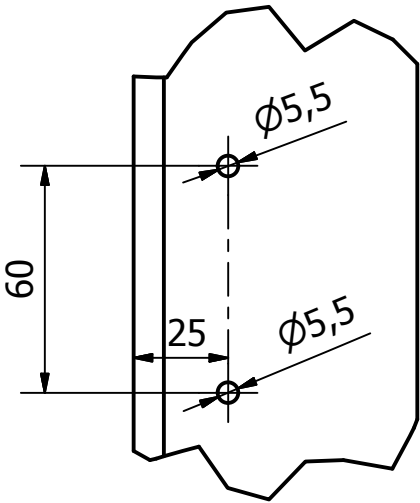


Materiál 11 375	Polotovár L 75x55x9	DIN 1029	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 10,195	Měřítka 1:5
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum	Datum 15.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název L-PROFIL 75x55 LEVÝ		
			Číslo výkresu ZP 1 / 1.1 - 2.4	Vydání	List 25/31

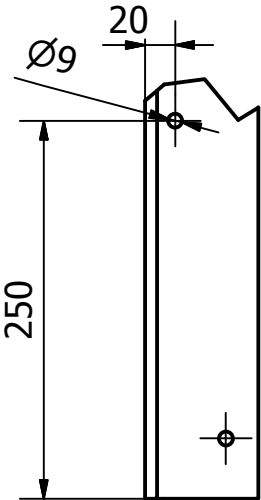


KUSOVNÍK				
POZICE	NÁZEV	POLOTOVAR	MATERIÁL	KS
1	L profil levý	L 75x50x8-3280 ČSN EN 10056	11 503	1
2	L profil pravý	L 75x50x8-3120 ČSN EN 10056	11 503	1
3	rozpěrná tyč	PLO 30x5-660 ČSN 42 5520-1	11 375	2

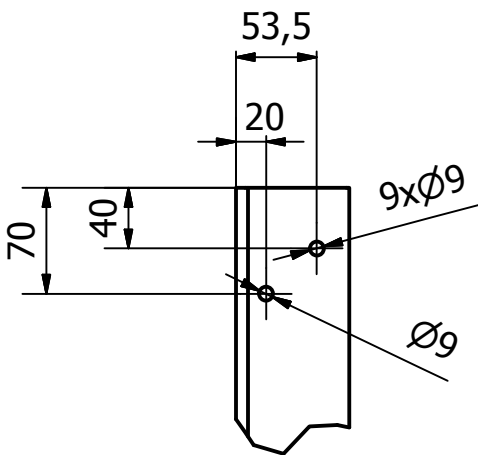
D ( 1 : 2 )

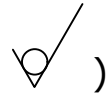


C ( 1 : 5 )

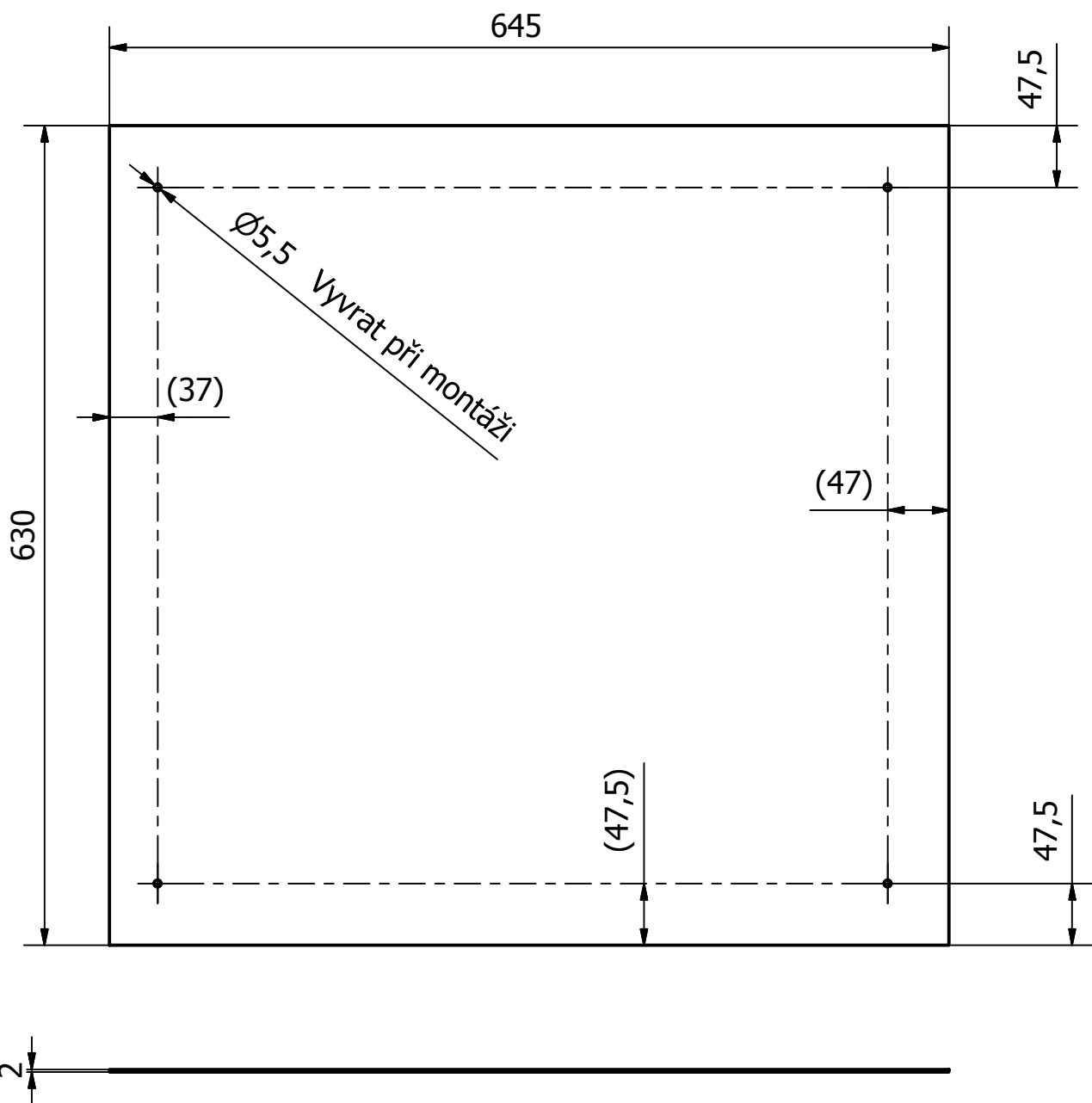


B ( 1 : 5 )



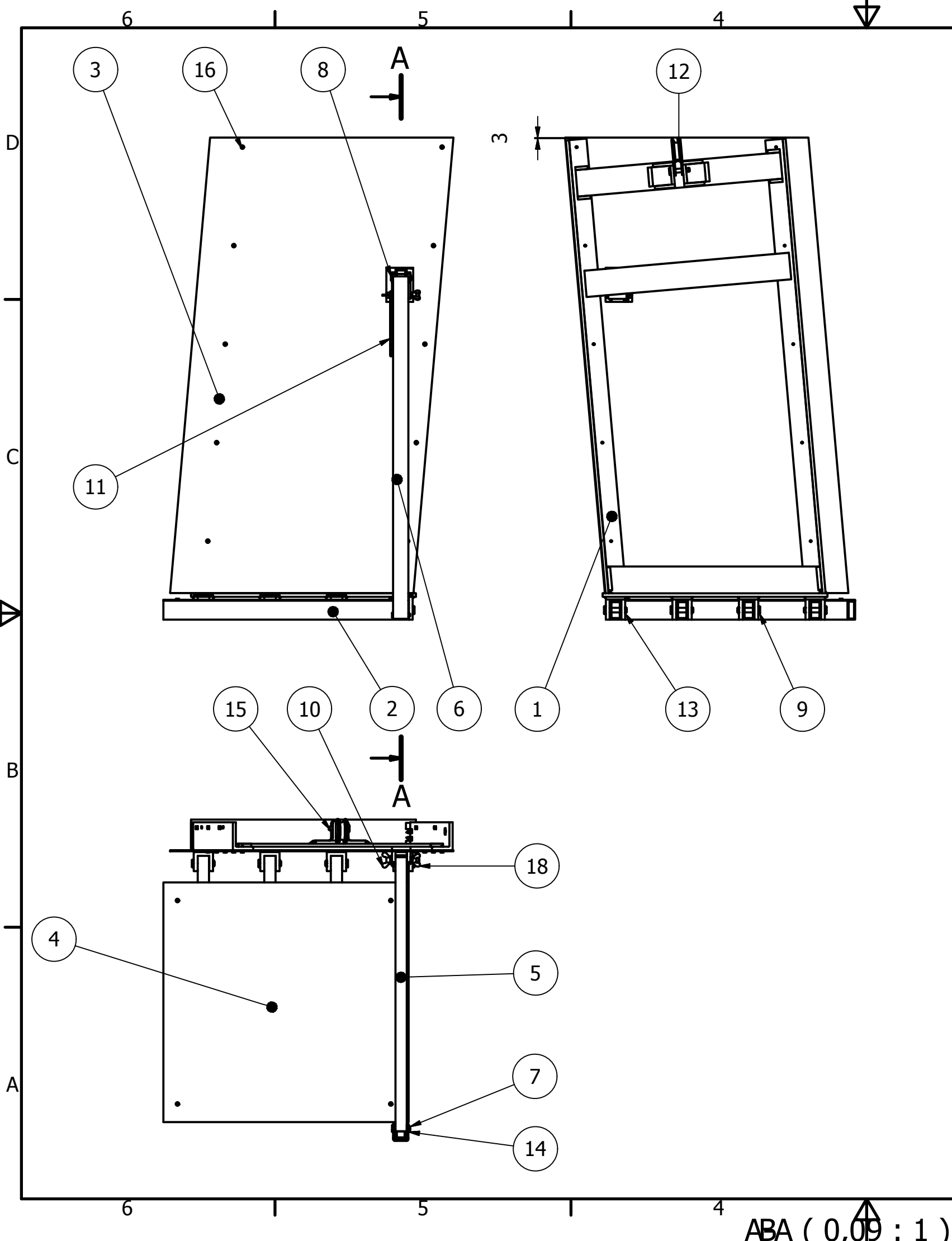
$\sqrt{Ra\ 6,3}$  (  )

Materiál	Polotovár	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 42,31	Měřítko 1:20
Kreslil Heini O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 17.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název NOSNÉ L SESTAVA		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 0-2.3	Vydání 1	List 3/31



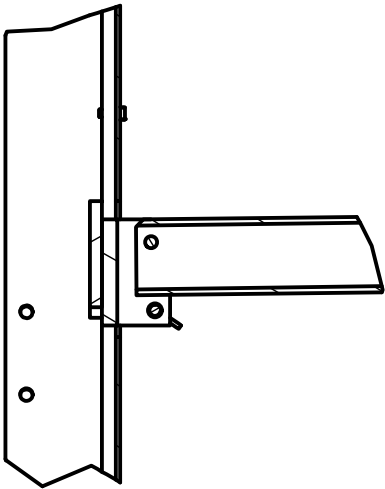
Odstranit otřepy na hranách plechu

Materiál Al	Polotovár protiskluzový plech 630x635x2		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 2,1	Měřítka  1:5
Kreslil Heinl.o	Kontroloval	Schválil - dne Datum	Datum 16.5.2010		
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název PLECH		
			Číslo výkresu ZP 1/ 1-3.4	Vydání	List 17/31



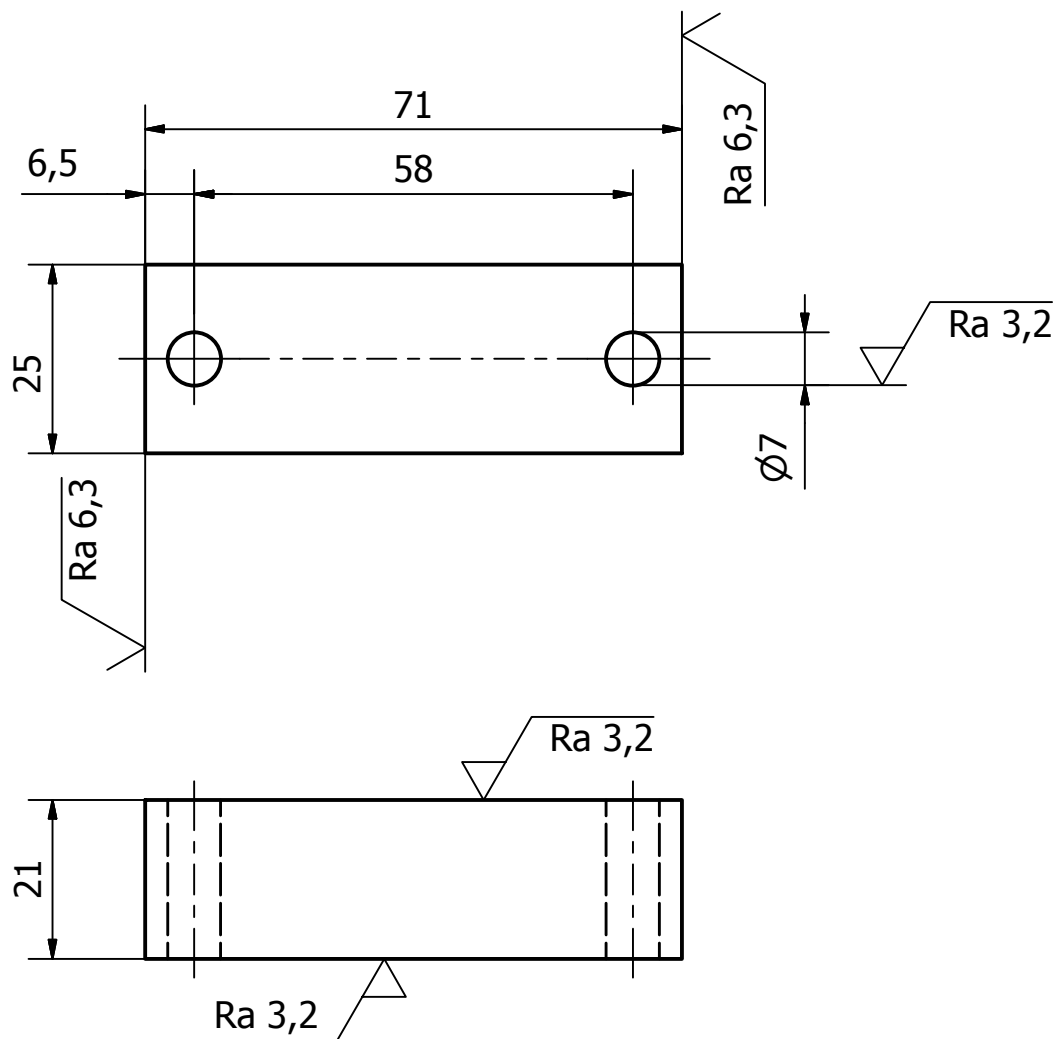
KUSOVNÍK			
POZICE	NÁZEV	ČÍSLO VÝKRESU	KS
1	rám nosný	ZP1/1.1.3	1
2	rám sklopný	ZP1/1-1.2	1
3	boční deska	ZP1/1-2.4	1
4	plech	ZP1/1-3.4	1
5	tyč opěrná horizontální	ZP1/1-4.4	1
6	tyč opěrná vertikální	ZP1/1-5.4	1
7	čep krátký	ZP1/1-6.4	2
8	čep dlouhý	ZP1/1-7.4	1
9	čep	ZP1/1-8.4	4
10	křídlatý šroub	ZP1/1-9.4	1
11	lano	ZP1/1-10.4	1
12	kladka	součást navijáku	1
13	KROUŽEK 9	ČSN 02 2929.0	4
14	KROUŽEK 6	ČSN 02 2929.0	3
15	ČEP 10x50x3,2 B	ISO 2341	1
16	ŠROUB M5x14	ISO 1207	14
17	MATICE M5	ISO 4032	4
18	MATICE M8	ČSN 02 1665	1
19	ZÁVLAČKA 3,2x20	ISO 123 St	1

A-A ( 1:5 )



Materiál	Polotovary		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 70,4	Měřítko  1:10
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne Datum		Datum 16.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název  PLOŠINA SESTAVA		
			Číslo výkresu ZP1 / 1.3		Vydání



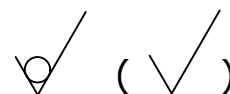
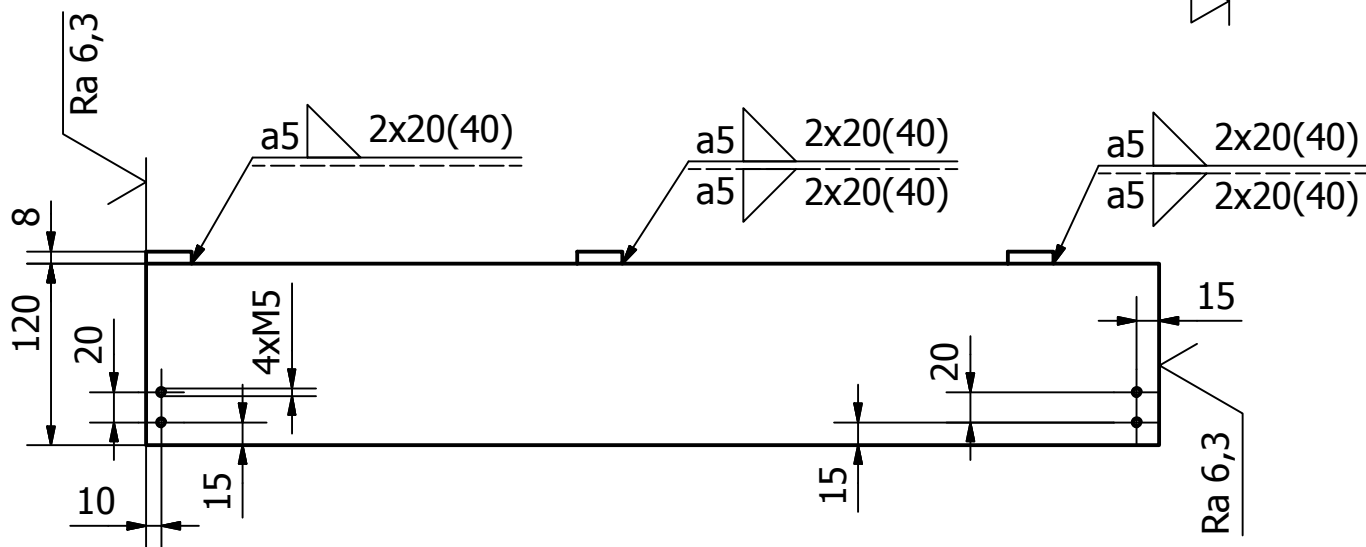
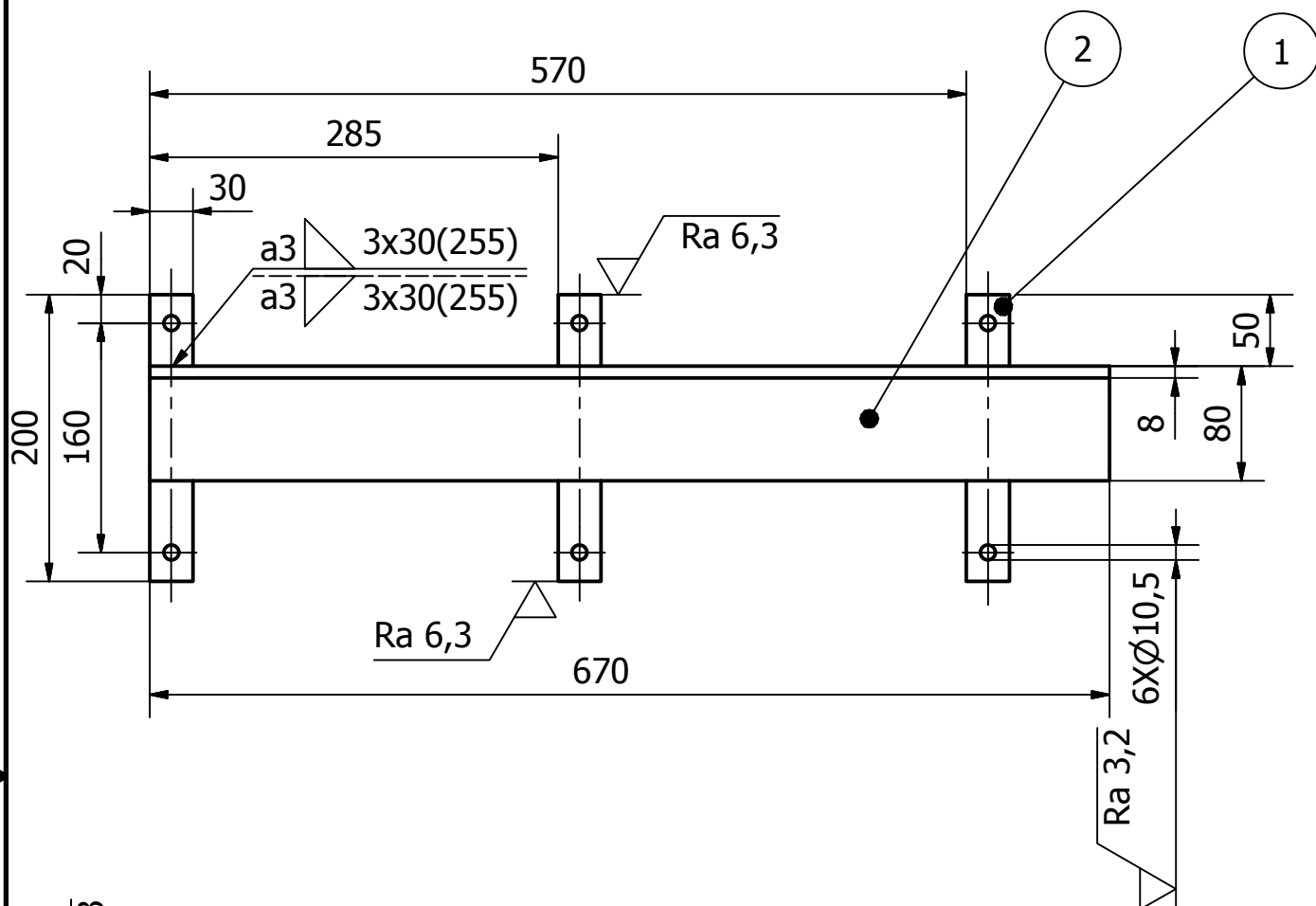


✓ ( ✓ )

Materiál 42 4002	Polotovár 4HR 25 - 75	ČSN EN 755-4	Počet kusů 2	Hmotnost ( kg ) 0,08	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum	Datum 18.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI			Název PODLOŽKA MALÁ		
FAKULTA STROJNÍ			Číslo výkresu ZP 1 / 0-9.4	Vydání	List 10/31

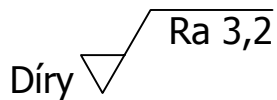
# KUSOVNÍK

POZICE	NÁZEV	POLOTOVAR	MATERIÁL	KS
1	tyč boční	PLO 30x8-200 ČSN 42 5522	11 375	3
2	L-profil	L 120x80x8-670 ČSN 42 5545	11 375	1



Materiál	Polotovar	Počet kusů	Hmotnost ( kg )	Měřítko
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	1	13,67	1:5
Schválil - dne	Datum	Datum	17.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název		
FAKULTA STROJNÍ		PRÁH BOČNÍ		
		Číslo výkresu	Vydání	List
		ZP 1 / 0-5.4		6\31

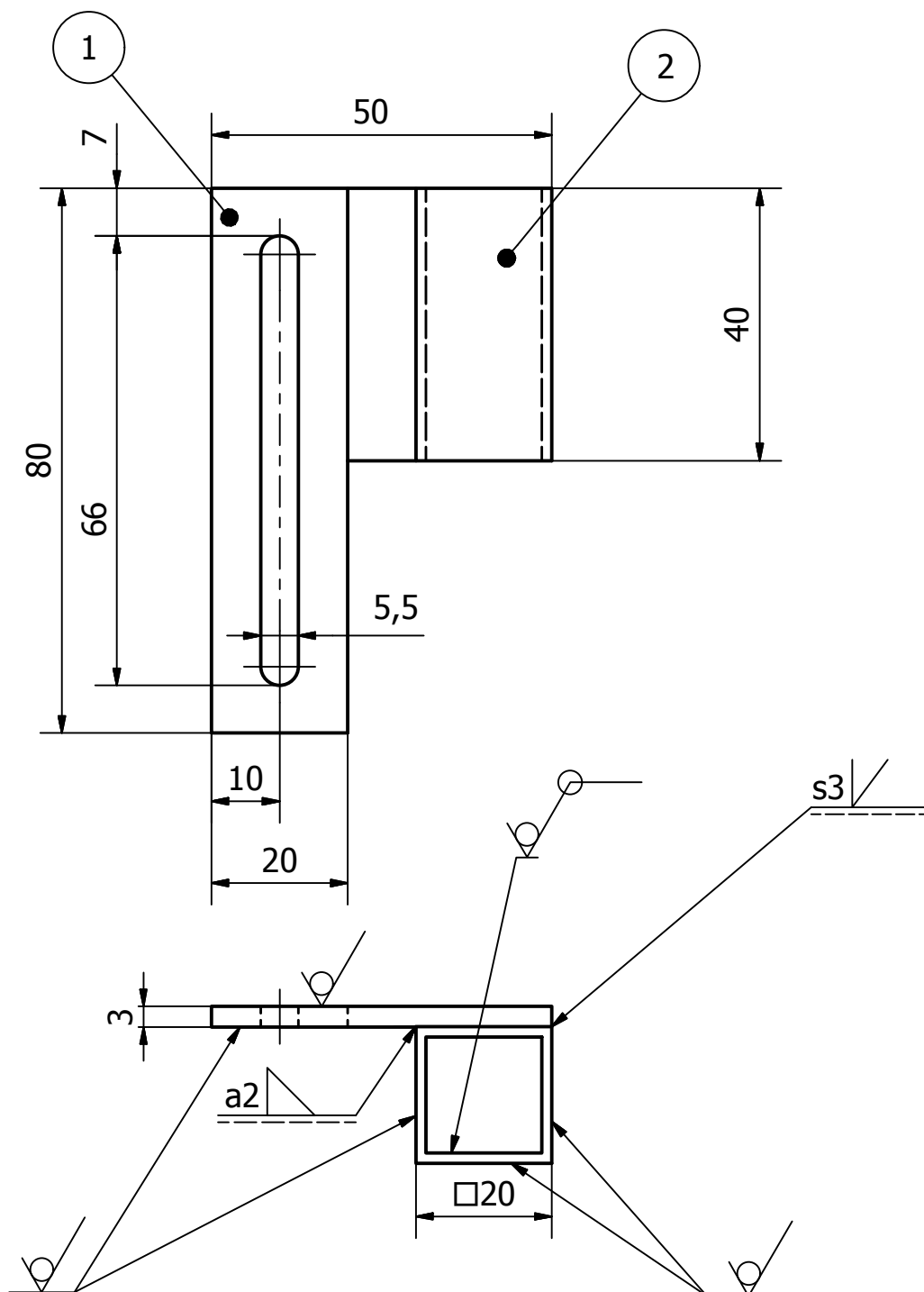
KUSOVNÍK				
POZICE	NÁZEV	POLOTOVAR	MATERIÁL	KS
1	práh	L 90x60x6-780 ČSN 42 5545	11 375	1
2	tyč práh	PLO 30x6-200 ČSN EN 10278	11 375	2



Materiál	Polotovár	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 5,76	Měřítko 1:5
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne Datum	Datum 17.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ		Název  PRÁH		
		Číslo výkresu ZP 1 / 0- 6.4	Vydání	List 7\31

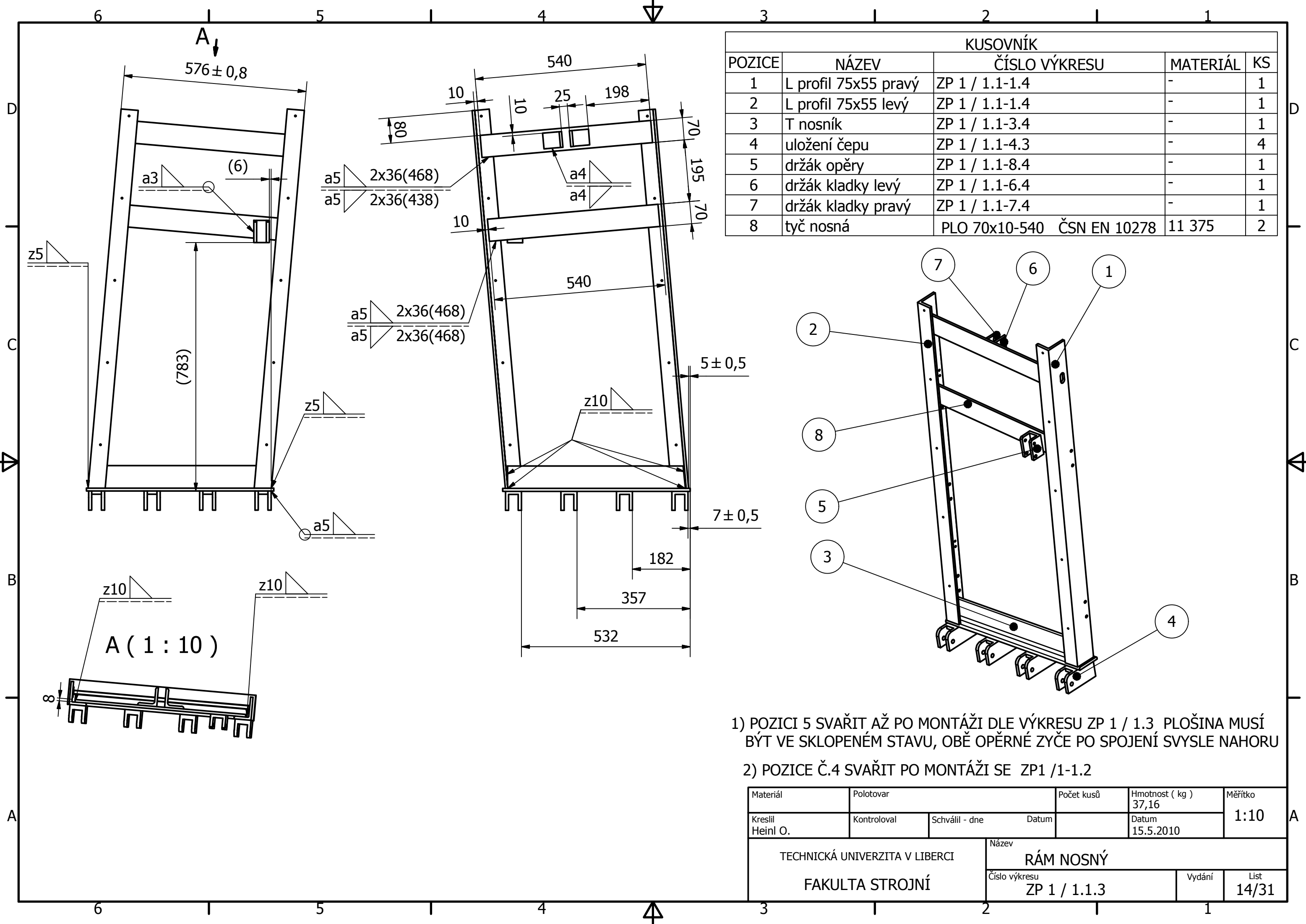
# KUSOVNÍK

POZICE	NÁZEV	POLOTOVAR	MATERIÁL	KS
1	plech	PLECH 80x50x3 ČSN 42 5350	11 343	1
2	jäkl	TR 4HR 20x1,5-40 ČSN EN 10219-2	11 353	1

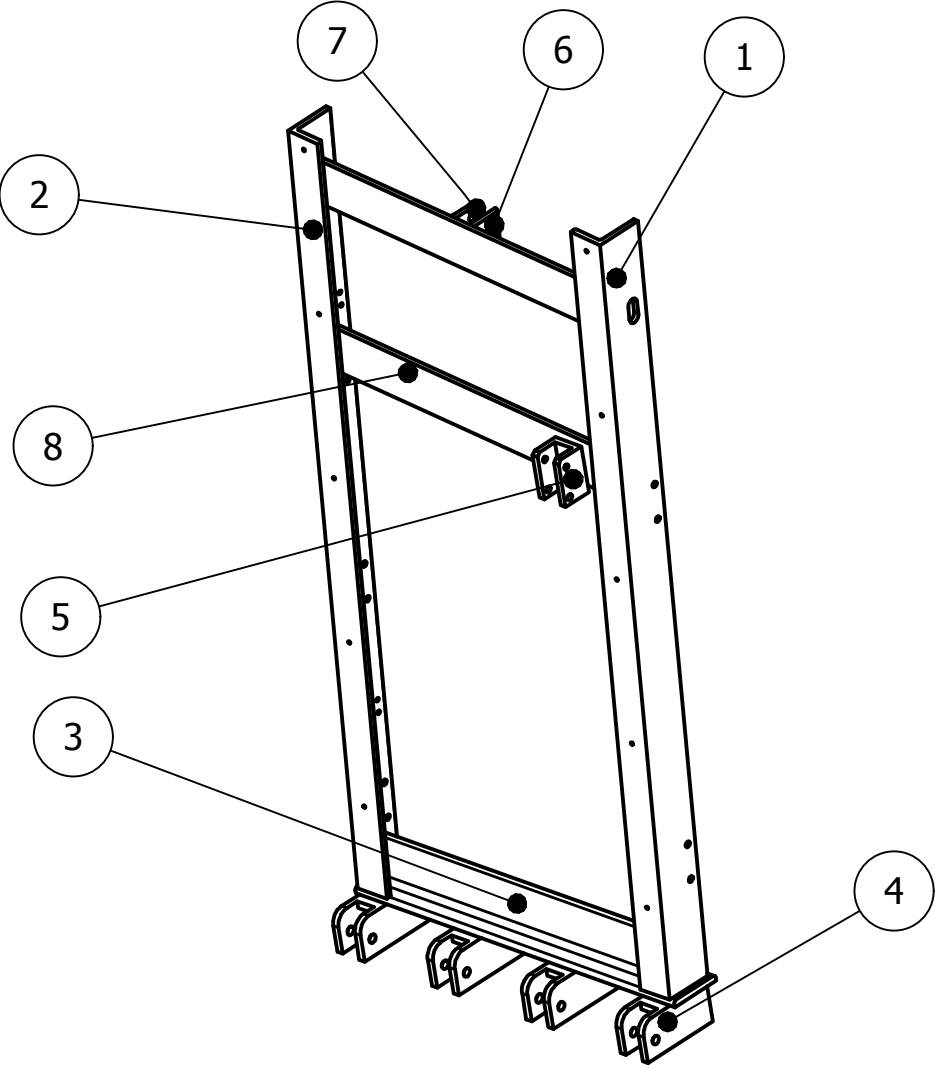


✓ Ra 3,2 (✓)

Materiál	Polotovár	Počet kusů	Hmotnost ( kg )	Měřítko
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum	1:1
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI	Název	Číslo výkresu	Vydání	List
FAKULTA STROJNÍ	PRAPOREK	ZP 1 / 0-7.4		8\31

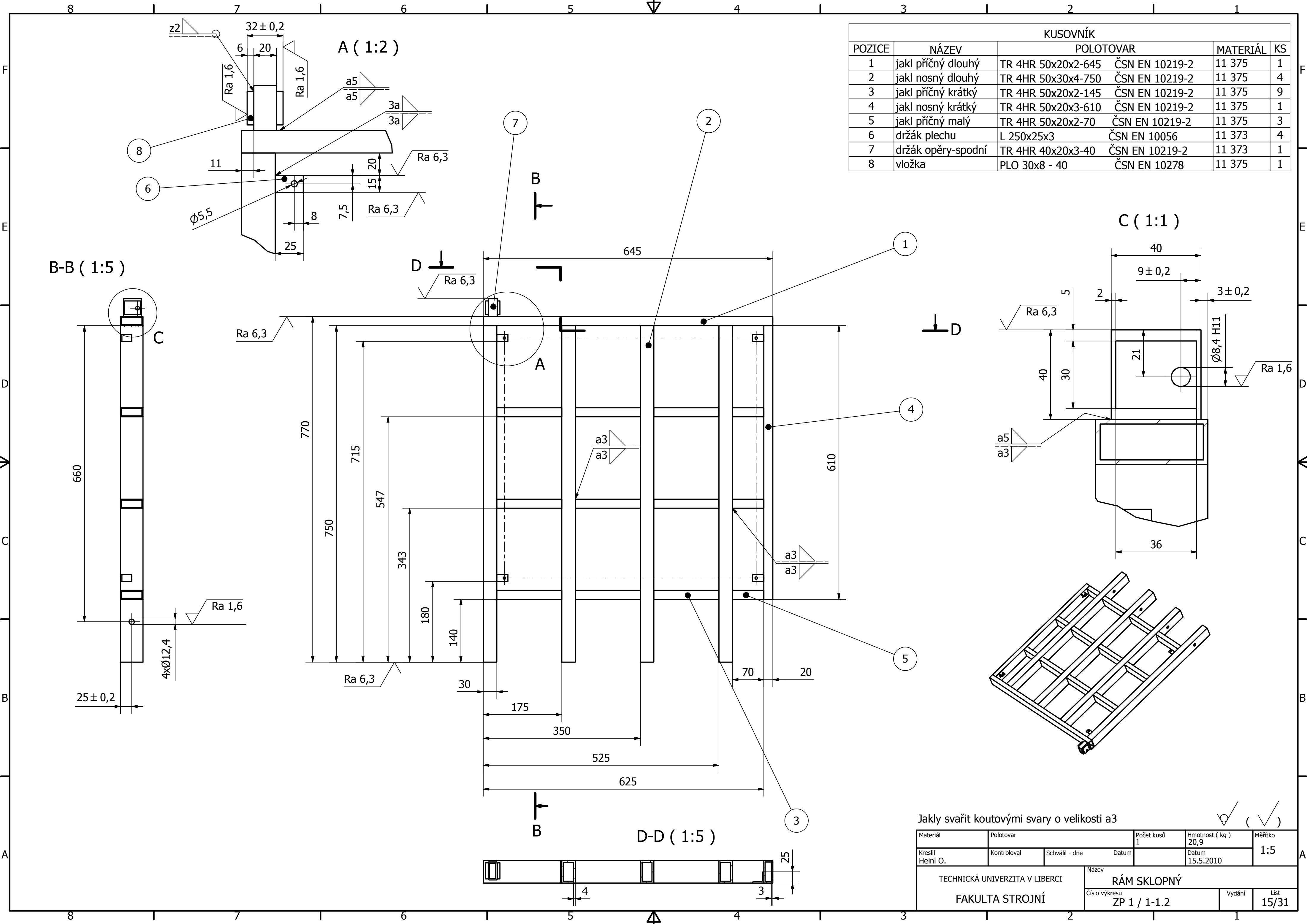


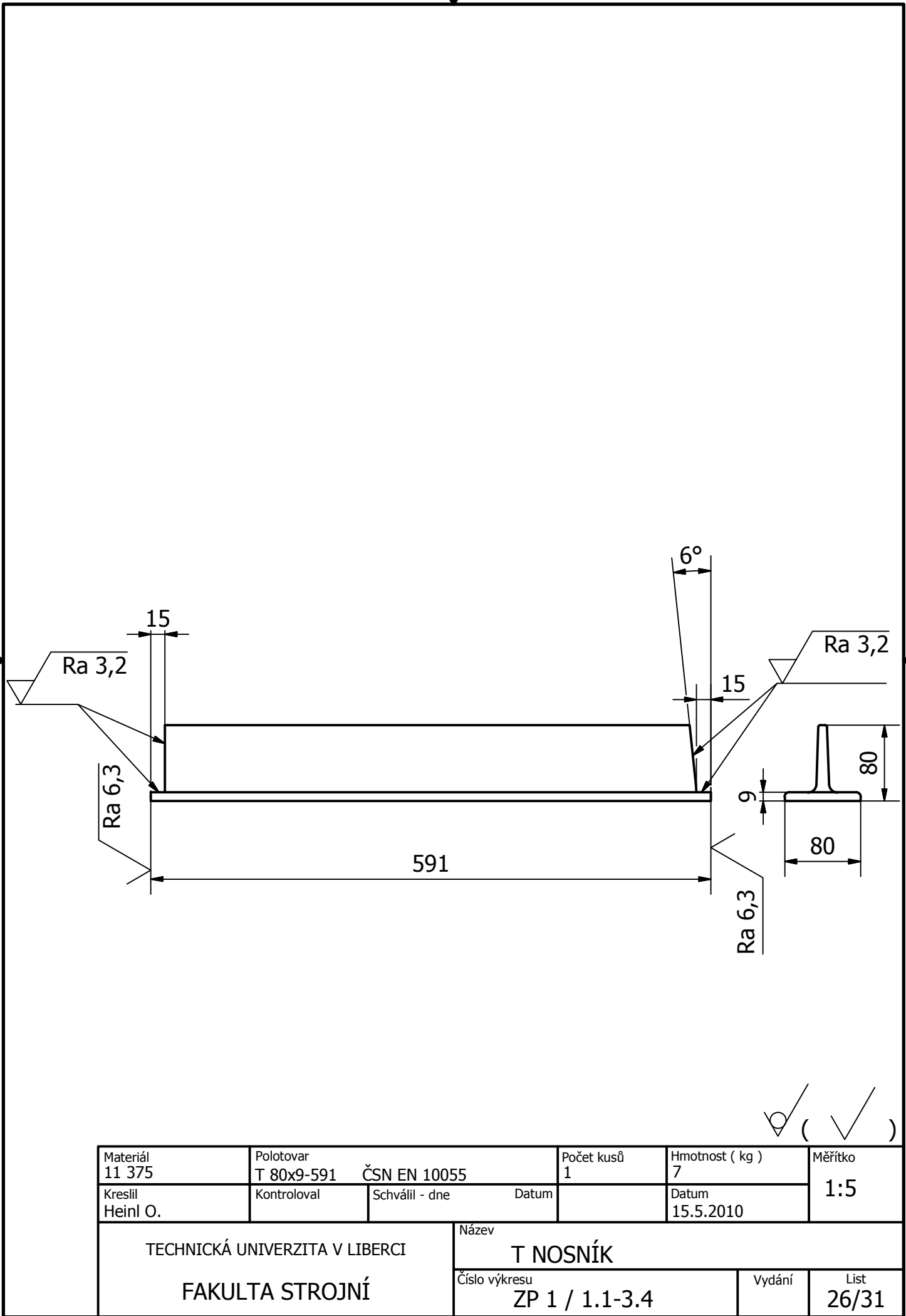
KUSOVNÍK				
POZICE	NÁZEV	ČÍSLO VÝKRESU	MATERIÁL	KS
1	L profil 75x55 pravý	ZP 1 / 1.1-1.4	-	1
2	L profil 75x55 levý	ZP 1 / 1.1-1.4	-	1
3	T nosník	ZP 1 / 1.1-3.4	-	1
4	uložení čepu	ZP 1 / 1.1-4.3	-	4
5	držák opěry	ZP 1 / 1.1-8.4	-	1
6	držák kladky levý	ZP 1 / 1.1-6.4	-	1
7	držák kladky pravý	ZP 1 / 1.1-7.4	-	1
8	tyč nosná	PLO 70x10-540 ČSN EN 10278	11 375	2



- 1) POZICI 5 SVAŘIT AŽ PO MONTÁŽI DLE VÝKRESU ZP 1 / 1.3, PLOŠINA MUSÍ BÝT VE SKLOPENÉM STAVU, OBĚ OPĚRNÉ ZYČE PO SPOJENÍ SVYSLE NAHORU
- 2) POZICE Č.4 SVAŘIT PO MONTÁŽI SE ZP1 / 1-1.2

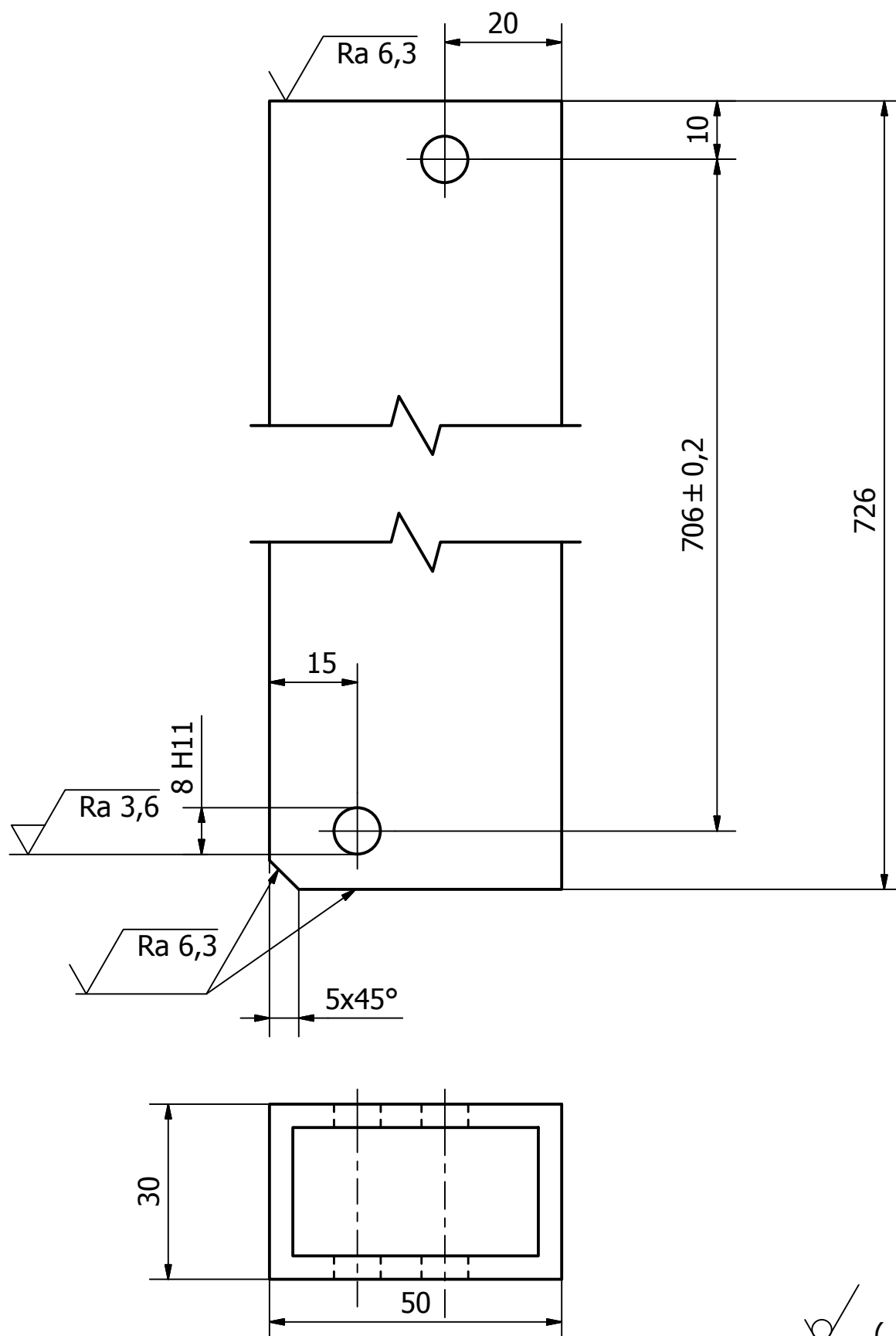
Materiál	Polotovary		Počet kusů	Hmotnost ( kg ) 37,16	Měřítko  1:10
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne Datum		Datum 15.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ		Název  RÁM NOSNÝ			
		Číslo výkresu ZP 1 / 1.1.3	Vydání	List 14/31	





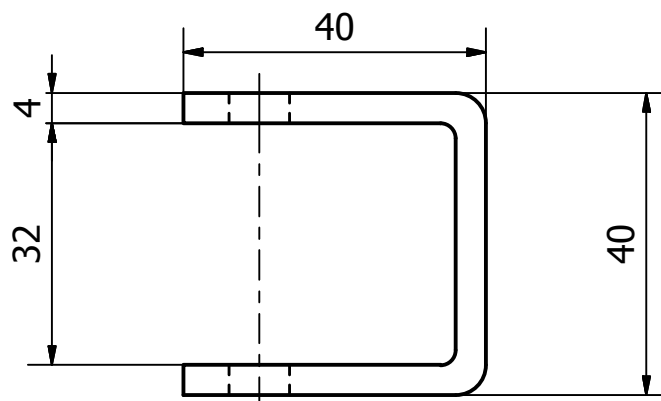
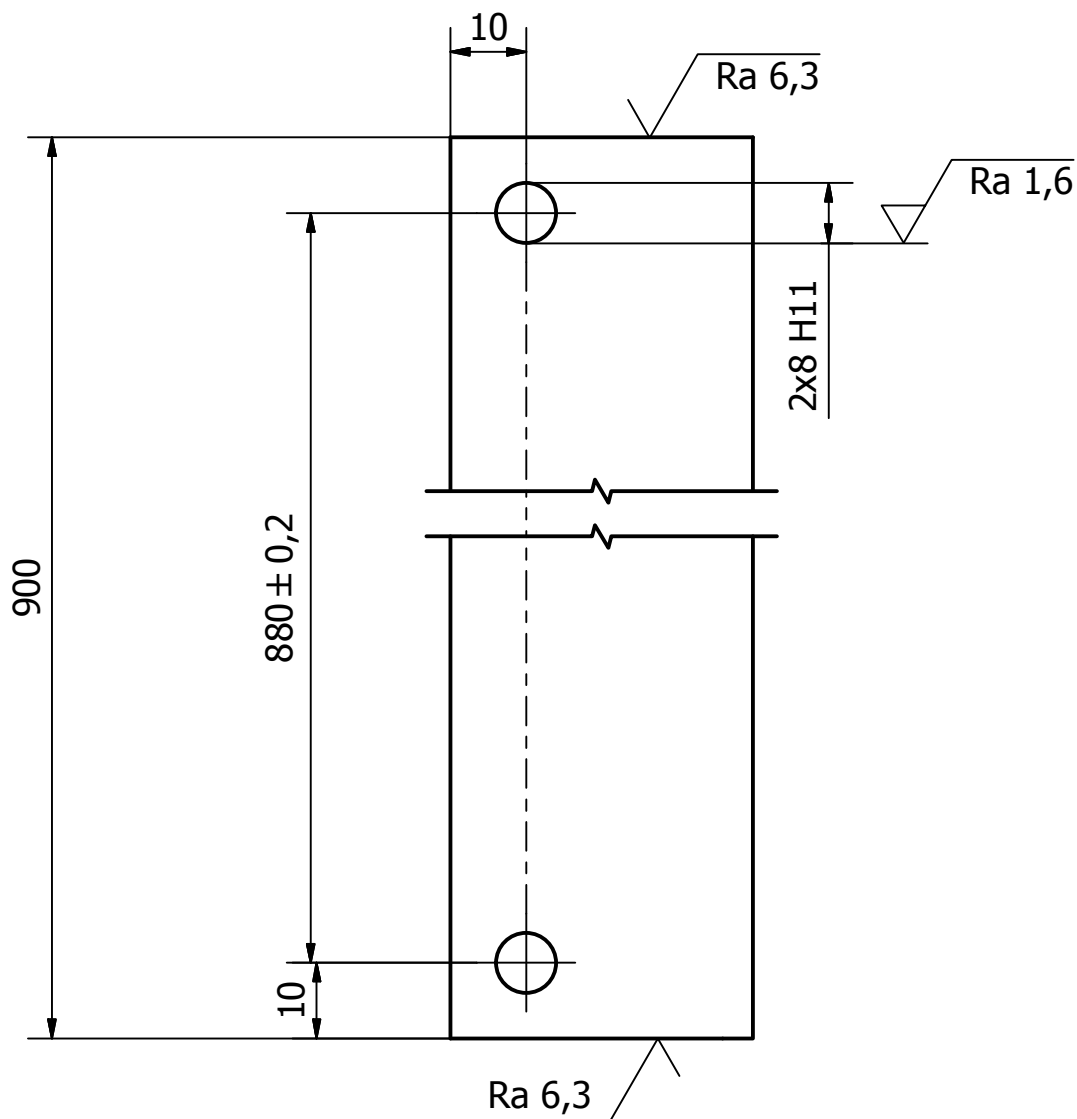
✓ ( ✓ )

Materiál 11 375	Polotovár T 80x9-591      ČSN EN 10055		Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 7	Měřítko  1:5
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne      Datum		Datum 15.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  FAKULTA STROJNÍ			Název  T NOSNÍK		
			Číslo výkresu ZP 1 / 1.1-3.4		Vydání



Materiál 11 375	Polotovar TR 4HR 50x30x4-726 ČSN EN 10219-2	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 3,27	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 16.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název TYČ OPĚRNÁ HORIZONTÁLNÍ		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 1-4.4	Vydání	List 18/31





✓ ( ✓ )

Materiál 11 375	Polotovar U 40x40x4-900 ČSN EN 10162	Počet kusů 1	Hmotnost ( kg ) 3,122	Měřítko 1:1
Kreslil Heinl O.	Kontroloval	Schválil - dne	Datum 16.5.2010	
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI		Název OPĚRNÁ TYČ VERTIKÁLNÍ		
FAKULTA STROJNÍ		Číslo výkresu ZP 1 / 1-5.4	Vydání	List 19/31



